



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA  
NÍVEL MESTRADO

Clarissa Maria da Silva Wanderley

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS LARVAS  
DE PEIXE E SUA RELAÇÃO À HIDRODINÂMICA E À  
QUALIDADE DA ÁGUA NO ENTORNO DAS ILHAS  
DO COMBU E MURUCUTU, BELÉM – PA**

BELÉM  
2010

Clarissa Maria da Silva Wanderley

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS LARVAS  
DE PEIXE E SUA RELAÇÃO À HIDRODINÂMICA E À  
QUALIDADE DA ÁGUA NO ENTORNO DAS ILHAS  
DO COMBU E MURUCUTU, BELÉM – PA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Faculdade de Biologia da UFPA. Solicitada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Valerie Sarpedonti  
Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Oziléa Bezerra

BELÉM  
2010

Clarissa Maria da Silva Wanderley

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS LARVAS DE PEIXE E SUA  
RELAÇÃO À HIDRODINÂMICA E À QUALIDADE DA ÁGUA NO  
ENTORNO DAS ILHAS DO COMBU E MURUCUTU, BELÉM – PA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Faculdade de Biologia da UFPA. Solicitada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Data da Defesa: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Conceito: \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Dr.<sup>a</sup> Valerie Sarpedonti - Orientadora  
Instituto de Ciências Biológicas – UFPA - Belém

---

Dr. Edinbergh Caldas de Oliveira  
ICB / UFAM – Manaus

---

Ph.D. Nils Edvin Asp Neto  
LAGECO / IECOS - UFPA – Campus Bragança

---

Dra. Jussara Moretto Martinelli  
ICB / UFPA - Belém

*Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para sua realização.*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço,*

*A Deus, por uma força inexplicável, que nos guia nos momentos mais angustiantes para que possamos progredir com determinação em busca de nossos objetivos, e no mínimo aprender com nossos erros e experiências frustrantes.*

*Aos meus pais, pela educação e grande incentivo aos estudos.*

*A minha mãe, Lúcia, pelo amor incondicional e pela busca incansável em me ensinar os bons conceitos da vida.*

*As professoras Dra. Valérie Sarpedonti e Dra. Maria Oziléa, pelos ensinamentos, orientação e pela confiança em mim depositados para a concretização do trabalho.*

*Ao professor Dr. Nils Asp, responsável pela coleta dos dados hidrodinâmicos do trabalho.*

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento do projeto “Qualidade da Água e suas Implicações sobre o Sistema Homem-Ambiente na Amazônia (Ilha do Combu - Belém - PA)” - CT-Hidro, no qual esteve inserido o desenvolvimento do referido trabalho.*

*Ao Governo do Pará e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará (FAPESPA), pela concessão de bolsa de estudos, sem a qual seria inviável a realização desta pesquisa.*

*Ao Thyago Garcia, pelo amor, amizade, carinho, paciência e pelo apoio durante este período, principalmente quando a vontade de desistir parecia persistir.*

*Ao Allan, amigo e um grande pesquisador, pela paciência em me repassar um pouco de seu conhecimento, pelos minutos de conversa e*

*desabafos, e principalmente por demonstrar que qualidade de vida se conquista com muito profissionalismo e humildade.*

*A amiga Erica Moema, pelas palavras de conforto, e ao Rodrigo colega de laboratório, pelo esforço incansável durante as coletas.*

*Aos queridos companheiros do Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos, Bianca, Danizinha, Leíloca, Bruno, Thais e Natália, pela ajuda sempre que necessário no andamento do trabalho e pelos risos e horas de descontração que tornaram certas etapas do trabalho mais agradáveis.*

*A amiga Kecya Matos pela revisão bibliográfica do trabalho.*

*A todas as amigas do curso de mestrado, que compartilharam momentos de aprendizagem e felicidade durante nossas aulas.*

*Aos amigos da turma de oceanografia/2004, Ana Paula, Paula, Beatriz, Maura, Renan, Murilo e Eduardo, pela valiosa amizade que se intensifica mesmo com a distância e pela força essencial na finalização do trabalho.*

*Àqueles que diretamente ou indiretamente contribuíram de alguma maneira para a consolidação de mais esta etapa da minha vida e que não foram aqui citados:*

*A todos os meus sinceros agradecimentos.*

*“Não chegamos a mudar as coisas conforme nosso desejo, mas aos poucos o nosso desejo muda”.*

*Marcel Proust*

## RESUMO

No intuito de suprir a carência de informações sobre a comunidade ictioplanctônica da região amazônica, o presente trabalho procurou investigar as variações espaciais e temporais de densidade, diversidade e dos estágios ontogênicos das larvas de peixe, além disso, visou relacionar essas informações à qualidade ambiental da água e às características hidrodinâmicas dos cursos amostrados. As amostragens foram realizadas em outubro/2008, janeiro, abril e julho/2009 de acordo com os períodos climáticos que caracterizam a região. As capturas foram realizadas nos cursos hídricos que margeiam as ilhas do Combu e Murucutu, ou seja, nas águas do rio Guamá, do canal do Benedito e do furo da Paciência, o qual separa as duas ilhas. As larvas foram capturadas através de arrastos superficiais na coluna de água, com uma rede de plâncton cônico-cilíndrica de malha 330  $\mu\text{m}$ , com 0,5 m de diâmetro e 2,5 m de comprimento. Em paralelo a captura das larvas, foram realizadas amostragens superficiais da água para análise de sua qualidade, assim como, foram coletados dados referentes à hidrodinâmica. A análise dos dados consistiu na aplicação das técnicas univariadas (ANOVA) e multivariadas (ACP; RDA). A comunidade de larvas de peixe representada por 4.983 indivíduos que se distribuíram entre as famílias Clupeidae, Engraulidae, Sciaenidae, Carangidae, Tetraodontidae e Hemiramphidae. As famílias Engraulidae e Clupeidae foram dominantes, seguidos pela família Sciaenidae. O pico larval, assim como, a maior densidade do estágio de pré-flexão, ocorreram em outubro/2008, mês incluso na estação seca, o que indica um período de desova na área. No furo da Paciência as larvas foram mais abundantes na extremidade Norte, devido ao maior fluxo de água oriunda do rio Guamá. Além disso, o furo da Paciência que diferiu em termos de densidade larval, representou um local de maior proteção às larvas de peixe, por concentrar a maior quantidade de indivíduos, sobretudo no mês de outubro/2008. Na área Leste do rio Guamá as larvas também foram abundantes, provavelmente por representar uma área menos agitada que a área Oeste. Entre todos os parâmetros analisados, os hidrodinâmicos foram os que apresentaram melhores associações com a comunidade ictioplanctônica. Não houve variação espacial dos estágios ontogênicos durante os quatro meses amostrados, porém ocorreu uma ocupação diferenciada ao nível taxonômico no mês de outubro/2008. Quanto à diversidade e a densidade larval, estas foram consideradas baixas, o que pode estar relacionado à grande influência das águas fluviais na área de estudo. A qualidade de água no entorno das ilhas Combu e Murucutu não representou um fator limitante para as larvas de peixe, portanto o impacto antrópico na área pode ser considerado um fator que ainda não está afetando a desova dos peixes. A dinâmica do fluxo de água no furo da Paciência permitiu definir que existe uma restrição quanto ao transporte de larvas de peixe entre o rio Guamá e o canal do Benedito.

**Palavras-chave:** Ictioplâncton; Estuário; Amazônia; Hidrodinâmica; Qualidade Ambiental.



## ABSTRACT

In order to compensate for the lack of information on fish larvae communities in the Amazonians region, this study aims to investigate the spatial and temporal variation of larval density, diversity in relation to taxa and development stages. Data collected were related to water quality and hydrodynamic features at sample stations. Samples were taken in October/2008, January, April and July/2009 according to the pluviometric index. Samplings occurred in the Guama and Benedito Rivers bordering the Combu and Murucutu Islands as well as in the Paciência Canal which separates the two islands. The larvae were captured towing a conical plankton net with 330  $\mu\text{m}$  mesh size, 0.5 m of diameter and 2.5 m in length. In parallel surface water were taken, for water quality analysis, and data hydrodynamic. Data were registered included univariate (ANOVA) and multivariate (PCA; RDA) approaches. Larval community included 4.983 individuals distributed among the Clupeidae, Engraulidae, Sciaenidae, Carangidae, Tetraodontidae and Hemiramphidae families. The families Clupeidae and Engraulidae dominated, followed by the Sciaenidae family. The peak of larvae as well as the highest density of preflexion stage was registered in October/2008, during dry season pointing at a major spawning event. The Paciência Canal presented a higher larval abundance on its northern side, probably in relation to the strong water flow from the Guamá River. Moreover, the Paciência Canal presented differentiated larval densities for presenting more favorable environmental characteristics. In the area east of the Guamá River larvae were also abundant probably represent a less agitated than the area west. In the East side of the Guamá River larvae were also abundant, probably due to its quieter water when compared to the West side that received the ebbing waters of the Paciência Canal. Among all the parameters taken into considerations, the hydrodynamic were the only ones who showed the best associations to the larval communities. Distribution of larvae at different development stages remained constant over time. Taxa distribution only presented different in October/2008. Diversity and larval density was considered low, which may be related to huge input of freshwater. Water quality was not considered as a limiting factor for fish larvae growth and survival. Water dynamic in the Paciência Canal indicated that there is a restriction in the transport of fish larvae between Guamá and Benedito Rivers.

**Keywords:** Ichthyoplankton; Estuary; Amazon; Hydrodynamics; Environmental Quality.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Localização da área de estudo – Ilha do Combu e Ilha Murucutu (Belém – PA). .....	24
FIGURA 2 - Localização dos pontos de coleta e dos perfis transversais. *: Pontos de coleta da água.....	27
FIGURA 3 - Arrasto superficial da rede de ictioplâncton utilizada nas amostragens.....	28
FIGURA 4 - Desenho esquemático da rede de ictioplâncton utilizada nas amostragens.....	29
FIGURA 5 - (a) Fluxômetro, (b) copo coletor da rede e (c) potes de polietileno utilizados nas amostragens. ....	30
FIGURA 6 - ADCP acoplado à embarcação.....	31
FIGURA 7 - Principais características utilizadas na identificação de larvas de peixe.....	32
FIGURA 8 - Estágios de desenvolvimento de uma larva de peixe. Fonte: Adaptado de Moser (1984). ....	33
FIGURA 9 - Perfil ilustrativo com a área utilizada para o cálculo da vazão, dentro da área de importância dos pontos de coleta das larvas de peixe. a) rio Guamá e b) canal do Benedito. Obs: Sem escala.....	34
FIGURA 10 - Agrupamento dos locais de coleta através da Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais, discriminando os locais de coleta no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito, amostrados em outubro de 2008, janeiro, abril e julho de 2009. As variáveis ambientais estão indicadas pelos códigos de letras: CT: Coliformes Totais; DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio; D: Direção; F: Fósforo; N: Nitrito; OD: Oxigênio Dissolvido; pH; Potencial Hidrogeniônico; T: Temperatura; Vaz: Vazão; Vel: Velocidade. Os locais de coleta estão indicados pelos códigos de letras: GL: Guamá Leste; GM: Guamá Meio; GO: Guamá Oeste; BL: Benedito Leste; BM: Benedito Meio; BO: Benedito Oeste; PN: Paciência Norte; PS: Paciência Sul. ....	42
FIGURA 11 - Médias e desvios padrões da densidade (larvas/100m <sup>3</sup> ) registrada nos meses de outubro de 2008, janeiro, abril e julho de 2009 no local de estudo.....	43
FIGURA 12 - Valores médios e desvios padrões da densidade (larvas/100m <sup>3</sup> ) registrados em (a) outubro de 2008, (b) janeiro, (c) abril e (d) julho de 2009, no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito (Belém – PA). Notar que escala difere em cada figura.....	44
FIGURA 13 - Densidade média larval - entre parêntesis - (larvas/100m <sup>3</sup> ) e abundância relativa larval (%) das áreas de coleta nos meses de (a) outubro de 2008, (b) janeiro, (c) abril & (d) julho de 2009. B: canal do Bendito & G: rio Guamá. ....	45
FIGURA 14 - Número das larvas, densidade total (larvas/100m <sup>3</sup> ) e abundância relativa (%) das famílias encontradas em outubro de 2008 no (a) rio Guamá, (b) furo da Paciência & no (c) canal do Benedito – Belém (PA). ....	48
FIGURA 15 - Número das larvas, densidade total (larvas/100m <sup>3</sup> ) e abundância relativa (%) dos grupos taxonômicos encontrados em janeiro de 2009 no (a) rio Guamá, (b) furo da Paciência & no (c) canal do Benedito – Belém (PA). N.I = larvas não identificadas ao nível de família.....	49
FIGURA 16 - Número das larvas, densidade total (larvas/100m <sup>3</sup> ) e abundância relativa (%) dos grupos taxonômicos encontrados em abril de 2009 no (a) rio Guamá, (b) furo da Paciência	

& no (c) canal do Benedito – Belém (PA). N.I = larvas não identificadas ao nível de família. .....	50
FIGURA 17 - Número das larvas, densidade total e abundância dos grupos taxonômicos encontrados em julho de 2009 no rio (a) Guamá, furo da (b) Paciência & no canal do (c) Benedito – Belém (PA). N.I = larvas não identificadas ao nível de família. ....	51
FIGURA 18 - Valores médios e desvios padrões da densidade (larvas/100m <sup>3</sup> ) dos estágios de desenvolvimento larval, registrados na área de estudo reunindo todos os meses de coleta. ....	52
FIGURA 19 – Valores médios e desvios padrões da densidade (larvas/100m <sup>3</sup> ) dos estágios de desenvolvimento larval registrados em (a) outubro de 2008, (b) janeiro (c) abril & (d) julho de 2009, no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito (Belém-PA). Notar que a escala difere em cada figura. ....	52
FIGURA 20 - Valores médios e desvios padrões da densidade (larvas/100m <sup>3</sup> ) dos estágios de pré-flexão, flexão e pós-flexão registrados em (a) outubro de 2008, (b) janeiro (c) abril & (d) julho de 2009, no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito (Belém-PA). Notar que a escala difere em cada figura. ....	54
FIGURA 21 - Abundância Relativa (%) dos estágios de desenvolvimento nos locais de coleta em (a) outubro de 2008, (b) janeiro, (c) abril & (d) julho de 2009. No topo das barras destacam-se o número de larvas capturadas por local de coleta no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito. ....	55
FIGURA 22 - Abundância Relativa (%) dos estágios de desenvolvimento dos grupos taxonômicos encontrados nos locais de estudo em (a) outubro de 2008, (b) janeiro, (c) abril & (d) julho de 2009. A: Clupeidae; B: Engraulidae, C: Sciaenidae, D: Tetraodontidae, E: Carangidae, F: Hemiramphidae & G: Clupeiformes não identificados ao nível de família. No topo das barras destacam-se o número de larvas por grupo taxonômico. ....	56
FIGURA 23 - Agrupamento dos locais de coleta através da Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis bióticas, discriminando os locais no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito, amostrados em outubro de 2008, janeiro, abril e julho de 2009. As famílias e os estágios de desenvolvimento estão indicados pelos códigos de letras: CluP: Clupeidae Pré-flexão; CluF: Clupeidae Flexão; CluPO: Clupeidae Pós-flexão; EngP: Engraulidae Pré-flexão; EngF: Engraulidae Flexão; EngPO: Engraulidae Pós-flexão; SciP: Sciaenidae: Pré-flexão. Os locais de coleta estão indicados pelos códigos de letras: GL: Guamá Leste; GM: Guamá Meio; GO: Guamá Oeste; BL: Benedito Leste; BM: Benedito Meio; BO: Benedito Oeste; PN: Paciência Norte; PS: Paciência Sul. ....	58
FIGURA 24 - Variação dos índices ecológicos obtidos em cada mês de coleta. ....	59
FIGURA 25 - Variação dos índices populacionais obtidos no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito (Belém – PA). ....	59
FIGURA 26 - Ordenação com base na análise de redundância para os fatores bióticos e ambientais, mostrando o primeiro e o segundo eixo canônico. As famílias e os estágios de desenvolvimento estão indicados pelos códigos de letras: CluP: Clupeidae Pré-flexão; CluF: Clupeidae Flexão; CluPO: Clupeidae Pós-flexão; EngP: Engraulidae Pré-flexão; EngF: Engraulidae Flexão; EngPO: Engraulidae Pós-flexão; SciP: Scianidae Pré-flexão. As variáveis ambientais são indicados pelos códigos de letras: CT: Coliformes Totais; DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio; D: Direção; F: Fosfato; N: Nitrito; OD: Oxigênio Dissolvido; pH; Potencial Hidrogeniônico; T: Temperatura; Vaz: Vazão; Vel: Velocidade. ....	61

FIGURA 27 - Nível d'água (m) representando as duas marés e a vazão (m <sup>3</sup> /s) nas desembocaduras do furo da Paciência (em direção ao rio Guamá/Norte e em direção ao canal do Benedito/Sul) no dia 26 de Abril/2009.....	62
FIGURA 28 - Densidades (larvas/100m <sup>3</sup> ) registradas no furo da Paciência na maré enchente e na maré vazante no dia 26 de Abril/2009.....	63
FIGURA 29 - Abundância dos grupos taxonômicos encontrados no dia 26 de Abril/2009, no furo da Paciência – Belém (PA). N.I = larvas não identificadas ao nível de família. ....	63
FIGURA 30 – Número de larvas e Abundância relativa (%) dos estágios de desenvolvimento dos grupos taxonômicos encontrados no furo da Paciência no dia 25 de Abril/2009. A: Clupeidae, B: Engraulidae, C: Sciaenidae D: Tetraodontidae & G: Clupeiformes não identificados ao nível de família. No topo das barras destacam-se o número de larvas por grupo taxonômico.....	64

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Meses e períodos de coleta do ictioplâncton, da água e dos dados hidrodinâmicos no rio Guamá, no canal do Benedito e no furo da Paciência entre outubro de 2008 e julho de 2009. ....	28
TABELA 2 - Dados de qualidade da água e hidrodinâmicos por local de coleta e período climático. ....	39
TABELA 3 - Composição taxonômica e abundância relativa (%) das larvas de peixe capturadas na área de estudo nos meses de outubro/08, janeiro, abril e julho/09. N.I = indivíduos não identificados. ....	47

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
2.1 Importância do Ictioplâncton e da Identificação Larval .....	17
2.2 Variações dos Padrões Populacionais Ictioplanctônicos .....	19
2.3 Qualidade Ambiental .....	20
2.4 O Transporte do Ictioplâncton .....	21
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>23</b>
3.1 Objetivo Geral .....	23
3.2 Objetivos Específicos .....	23
<b>4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>24</b>
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
5.1 Delineamento Amostral .....	26
5.2 Atividades em Campo .....	28
5.3 Atividades em Laboratório .....	32
5.4 Análise dos Dados .....	34
<b>5.4.1 Estimativas Espaço-Temporais de Abundância e Densidade.....</b>	<b>34</b>
<b>5.4.2 Índices Ecológicos .....</b>	<b>35</b>
<b>5.4.3 Análises Estatísticas.....</b>	<b>36</b>
<b>6 RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
6.1 Parâmetros de Qualidade da Água e Hidrodinâmicos .....	38
6.2 A Comunidade de Larvas de Peixe.....	42
<b>6.2.1 Nos Cursos Hídricos e nas Áreas de Coleta .....</b>	<b>43</b>
<b>6.2.2 Composição Taxonômica Larval.....</b>	<b>46</b>
<b>6.2.3 Estágios de Desenvolvimento Larval .....</b>	<b>51</b>
<b>6.2.4 Análise Integrada das Variáveis Bióticas .....</b>	<b>56</b>
<b>6.2.5 Índices Ecológicos .....</b>	<b>58</b>
6.3 Análise de Redundância .....	59
6.4 Furo da Paciência .....	61
<b>6.4.1 Hidrodinâmica .....</b>	<b>61</b>
<b>6.4.2 A Comunidade de Larvas de Peixe .....</b>	<b>63</b>
<b>7 DISCUSSÃO .....</b>	<b>65</b>
<b>8 CONCLUSÃO.....</b>	<b>72</b>
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o estudo do ictioplâncton foi considerado uma ferramenta para auxiliar o entendimento das variações dos estoques pesqueiros e da dinâmica populacional dos peixes (BORGES et al., 2003). No entanto, a falha no estabelecimento de uma relação causa-efeito entre as populações larvais e adultas incentivou estudos mais detalhados do ictioplâncton. A partir de então, as pesquisas seguiram vários rumos incluindo, entre outros, o estudo do desenvolvimento larval (RÉ, 1999). Sucessivamente, esses dados biológicos foram relacionados às características ambientais, no objetivo de estabelecer possíveis afinidades entre o ictioplâncton e o seu ambiente, contribuindo assim para o entendimento das variações espaço-temporais de abundância e diversidade (KURTZ, 1999; MATSUURA, 1990). Dentre os fatores ambientais considerados, destacam-se alguns daqueles que refletem a qualidade da água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, nutrientes, dentre outros). A alteração destes fatores é essencial para o ictioplâncton, por estes serem indivíduos caracterizados pela precariedade biológica e relativa sensibilidade às variações no meio, motivo que incentivou o uso do ictioplâncton como bioindicador de qualidade ambiental (CUNNINGHAM et al., 2005). Por outro lado, o padrão de distribuição das larvas pode ser relacionado ao movimento das massas de água, relevantes para o transporte dos organismos planctônicos (CHIAPPA-CARRARA et al., 2003). O avanço dessas pesquisas permitiu o uso multidisciplinar e interdisciplinar do ictioplâncton, empregado tanto na oceanografia biológica e física quanto na ecologia e na avaliação de impactos ambientais. Contudo, apesar do valor científico que o ictioplâncton representa, seu estudo ainda é escasso no norte do Brasil. Este cenário contraditório é atribuído, principalmente, às dificuldades encontradas na identificação taxonômica, sobretudo em alguns ecossistemas, tais como os amazônicos, com alta biodiversidade e ainda tão pouco explorada (BIALETZKI; NAKATANI; SANCHES, 1998).

Em Belém, o súbito e desenfreado desenvolvimento urbano implica na degradação do sistema hídrico, através do despejo de esgotos domésticos e industriais que conduzem a sérios detrimientos para a vida aquática e para a população (RAMOS, 2004; RIBEIRO, 2004). População esta que se concentra em sua maioria no continente, porém as inúmeras ilhas que integram o município abrigam uma parcela populacional (CASTRO, 2006). Neste âmbito, as ilhas do Combu e Murucutu representam locais de risco aos possíveis impactos, causados pelos poluentes oriundos da metrópole, despejados no meio aquático e transportados pelas correntes (RIBEIRO, 2004). A baía do Guajará e o rio Guamá compõem o sistema de

drenagem da zona urbanizada da cidade de Belém e representam o principal curso de água receptor dos poluentes produzidos pelas atividades industriais e domésticas (NASCIMENTO, 1995). Esta situação desperta diversos questionamentos relacionados à sanidade do ambiente aquático e a sua compatibilidade com as atividades humanas. Contudo, é importante destacar que o conhecimento da biota aquática das ilhas e locais que não margeiam diretamente Belém é precário, o que deriva da escassez de dados referentes às comunidades aquáticas e consequente entendimento das alterações no ambiente.

No intuito de fornecer informações relativas à estrutura e funcionamento do ecossistema estuarino amazônico, foi desenvolvido o projeto intitulado “Qualidade da Água e suas Implicações sobre o Sistema Homem - Ambiente na Amazônia (Ilha do Combu - Belém - PA)”. Financiado pelo CNPq e coordenado pelo professor Dr. José Souto Rosa Filho (Faculdade de Oceanografia/UFPA), que reuniu vários pesquisadores com temáticas distintas. Este projeto apresentou uma abordagem integrada e buscou o entendimento dos componentes bióticos (peixes, invertebrados bentônicos e larvas de peixe) e abióticos (parâmetros de qualidade da água e do sedimento, regime hidrodinâmico dominante), na finalidade de compreender o ambiente e obter dados de referência para um futuro monitoramento ambiental.

A presente dissertação está vinculada ao projeto descrito acima e tem como alvo investigar a comunidade de larvas de peixe, avaliando as variações de abundância e diversidade sazonalmente e, em paralelo, relacionar essas informações à qualidade ambiental da água e à hidrodinâmica local, o que irá possibilitar a exploração e aplicação múltipla dos dados na área de estudo.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Importância do Ictioplâncton e da Identificação Larval

Estudos relacionados ao ictioplâncton demonstram uma importância fundamental em diversas aplicações, entre elas, a taxonomia, a detecção do período e da área de desova, a identificação da área de berçário e de recrutamento, o processo de desenvolvimento das larvas e o entendimento das relações entre esses organismos e o meio em que vivem (ARAÚJO-LIMA; DONALD, 1988; GALUCH et al., 2003). Este conhecimento básico é essencial como suporte para pesquisas derivadas, que abrangem a compreensão das flutuações dos estoques pesqueiros, a percepção da dinâmica populacional dos peixes e a exploração de espécies comercialmente importantes (HEMPEL, 1973; LAIDIG; SAKUMA; STANNAD, 2004; TOLAN; NEWSTEAD, 2004). Além disso, o ictioplâncton é uma ferramenta de pesquisa notável para a aquicultura, para a avaliação de impactos ambientais e para os estudos de condições hidrodinâmicas em uma dada área (CHIAPPA-CARRARA et al., 2003; PEZZATO, 1997).

Apesar da relevância indiscutível do ictioplâncton, existem sérios entraves notados no que diz respeito à identificação e à descrição destes organismos (ARAÚJO-LIMA; OLIVEIRA, 1998; BIALETZKI; NAKATANI; SANCHES, 1998). Tais dificuldades são explicadas em decorrência do pequeno tamanho dos indivíduos, das mudanças que ocorrem na aparência larval durante o crescimento, da carência de literatura especializada e comparativa em certas áreas, da semelhança entre as espécies, e da ampla diferença das características morfológicas entre os peixes adultos e as larvas, o que impossibilita neste último caso a utilização dos guias de identificação da ictiofauna (CAVICCHIOLI, 1995; LEIS; TRNSKI, 1989; SANCHES et al., 2001).

As descrições, chaves e ilustrações publicadas no mundo compreendem principalmente o território Norte-Americano (DITTY, 1989; RICHARDS, 2005), a Europa (RÉ, 1999), a Austrália e ilhas vizinhas (LEIS; TRNSKI, 1989). Entre as literaturas brasileiras, destaca-se o trabalho pioneiro dos autores Araújo-Lima e Donald (1988); além dos estudos de Nakatani et al. (2001) e Barletta-Bergan (1999). Porém, o número de espécies descritas ainda é reduzido na região Amazônica, onde a riqueza natural é elevada (BIALETZKI; NAKATANI; SANCHES, 1998; NASCIMENTO; ARAÚJO-LIMA, 1993).

Outro agravante é a descrição das larvas que são, na maioria, descrições restritas ao ambiente marinho (SANCHES et al., 2001).

Os autores Nascimento e Araújo-Lima (2000) relatam sobre a identificação do ictioplâncton procedente dos caracteres observados de indivíduos criados em condições artificiais e sobre os caracteres provenientes de indivíduos capturados no ambiente natural. Entretanto, Nascimento (1992) revela que as condições artificiais podem afetar a morfologia das larvas, por serem influenciadas por fatores ambientais.

A alternativa viável diante da ausência de informações, quando se refere à descrição de indivíduos capturados na natureza, é o rastreamento dos caracteres morfológicos, definido por Nakatani et al. (2001) como uma análise de sequências regressivas dos estágios de desenvolvimento, a partir de forma juvenil conhecida. Diversos autores fazem o uso de coleções ictioplanctônicas com este propósito (ITAGAKI et al., 2007; KANOUE et al., 2002; LAIDIG; SAKUMA; STANNARD, 2004; SARPEDONTI; PONTON; CHING, 2000; TOLAN; NEWSTEAD, 2004). No entanto, esse procedimento só pode ser aplicado com coleções de larvas que incluem exemplares de todos os tamanhos, caso contrário a identificação depende exclusivamente da literatura.

Na taxonomia, a identificação baseia-se na avaliação de dois tipos de caracteres, usados frequentemente: os caracteres merísticos e os morfométricos (CHEN, 1986; TURAN, 2004). Os merísticos representam estruturas contáveis no corpo da larva, tais como os números de miômeros, dos raios das nadadeiras e dos espinhos. Os morfométricos são caracteres escolhidos em função do objetivo do estudo. Estes caracteres incluem, entre outros, o comprimento do corpo, do focinho, da cabeça, o diâmetro do olho, a altura da cabeça e do corpo e a distância do focinho às nadadeiras, conforme propostos por Ahlstrom, Butler e Sumida (1976), Chao (2002) e Moreland e Reilly (1991). Outros caracteres conferem o padrão de pigmentação, desenvolvimento de espinhos e ornamentações na cabeça (SEVERI, 1997).

Quanto à identificação dos estágios ontogênicos, em diversas literaturas esta é definida quanto à presença ou ausência do saco vitelínico e do estado de flexão da notocorda. Como resultado, quatro estágios são frequentemente empregados, sendo: 1- larva com vitelo, 2- pré-flexão, 3- flexão e 4- pós-flexão (KENDALL; AHLSTROM; MOSER, 1984; MOSER, 1984). Esta teoria permite a determinação dos estágios de desenvolvimento de um modo mais fácil, rápido e prático, uma vez que os critérios são observados com maior facilidade e são análogos entre as espécies (FUIMAN; POLING; HIGGS, 1998; MARKLE; HARRIS; TOOLE, 1992).

## 2.2 Variações dos Padrões Populacionais Ictioplanctônicos

A fase larval é um período crítico do desenvolvimento do peixe, onde os padrões de abundância e distribuição espaço-temporal das comunidades ictioplanctônicas, são reflexos da interação de vários fatores abióticos e bióticos no meio em que vivem (GUICHARD et al., 2004; SASSA et al., 2004). No que diz respeito aos fatores abióticos, incluem, em suma, o regime pluviométrico, o ciclo de maré, os ventos, as correntes e os parâmetros ambientais de qualidade da água (CURY; ROY, 1989; HARE, 2005; KURTZ; MELLO; ANDRADE, 2004;). Por outro lado, os principais fatores bióticos, apontados por Heath (1992) e Leis (1991) são:

- O tipo de desova, a dispersão dos ovos e o tamanho do ovo constituem estratégias as quais habilitam os peixes a residirem em diferentes habitats (LOWE-MCCONNELL, 1999).

- Os estágios de desenvolvimento em que a larva se encontra podem ocasionar variações nos padrões de abundância e distribuição, uma vez que existem períodos críticos que refletem altas taxas de mortalidade e vulnerabilidade das larvas. Por exemplo, a passagem da alimentação endógena para a exógena (SANTIN; BIALETZKI; NAKATANI, 2004), ou ainda os “*thresholds*”, segundo a teoria saltatória (BALON, 1971), estes considerados como períodos terminantes para o desenvolvimento das larvas de peixe.

- Abundância e adequação dos alimentos, conforme argumentadas por Cushing (1969) através da hipótese do “*match/mismatch*”, na qual enfatiza que a massiva mortalidade das larvas de peixe que pode ser relacionada à baixa abundância de alimento, ou seja, a sincronia entre o ciclo de produção planctônica primária pode determinar a sobrevivência dos primeiros estágios larvais.

- A presença de predadores, em segundo instante, aliada à alimentação são apontados como severas causas de mortalidade larval (GERKING, 1994). Resultados dos estudos de Faria, Hayashi, Soares (2001) e Paradis, Pepin e Brown (1996) demonstraram picos de abundância do ictioplâncton seguido por picos de predadores.

Além de influenciar os padrões de distribuição e abundância no sentido horizontal, os fatores abióticos e bióticos considerados, também refletem na distribuição vertical dos indivíduos ictioplanctônicos. Coser, Pereira e Joyeux (2007) afirmam que o ictioplâncton apresenta uma distribuição agregada na coluna da água, horizontalmente e verticalmente dentro de uma escala temporal e espacial. A profundidade da desova dos peixes (WERNER et al., 1993), a concentração e garantia de alimento, os estágios de desenvolvimento o qual indivíduo se encontra (POWER, 1984), a flutuabilidade dos ovos e das larvas (LOPES et al.,

2006), a intensidade da luz, a proteção contra predadores (LEIS, 1991), a temperatura da água e a velocidade das correntes (HOUDE, 1997) são fatores indicados pelos pesquisadores para justificar o comportamento vertical do ictioplâncton.

### 2.3 Qualidade Ambiental

As atividades antrópicas têm causado profundas alterações nas características físico-químicas e biológicas dos ambientes aquáticos (SCHULZ; MARTINS-JUNIOR, 2001). Nesse contexto, os parâmetros abióticos são fundamentais na determinação da qualidade ambiental, considerando a necessidade biológica e a tolerância dos indivíduos em suportar as variações ambientais. Entre eles, os seguintes são foco do atual estudo:

- Temperatura: influencia o ciclo reprodutivo e crescimento dos peixes, a eficiência do consumo do saco vitelino e as taxas de mortalidade. A capacidade adaptativa dos indivíduos à temperatura depende da espécie, do estágio de desenvolvimento e da amplitude térmica. Em geral as variações súbitas da temperatura implicam na redução do oxigênio dissolvido na água e no aumento do consumo do mesmo, devido à aceleração do metabolismo (KOUMOUNDOUROS et al., 2001; VAZZOLER, 1996).

- Potencial Hidrognênico (pH): alterações bruscas de pH (<5,0 ou >9,0) podem prejudicar a sobrevivência de espécies aquáticas e produzir alterações histológicas, que afetam o crescimento e o desenvolvimento dos peixes (FERREIRA; NUÑER; ESQUIVEL, 2001).

- Nitrito: elevadas concentrações de nitrito podem provocar a redução na concentração da hemoglobina dos peixes, o que diminui a capacidade de transporte de oxigênio para os tecidos, conseqüentemente os peixes podem morrer por hipóxia, mesmo havendo oxigênio dissolvido em abundância na água (SAMPAIO; WASIELESKY JR; FILHO, 2002).

- Fosfato: geralmente associado à contaminação fecal e ao uso abusivo de detergentes e fertilizantes. O início de uma poluição por fosfato é de 5 mg/l, próximo a esse valor o fosfato favorece a proliferação de germes (GAUJOUS, 1995).

- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Oxigênio dissolvido (OD): a concentração do oxigênio diminui com o aumento de resíduos orgânicos despejados na água e decompostos por microorganismos que utilizam oxigênio na respiração. Desta forma, a taxa de oxigênio no ambiente é reduzida, o que pode causar a morte dos organismos (LINO, 2003).

Ainda que as medidas físicas e químicas da coluna d'água retratem o “*status*” de um ecossistema, o ideal é a associação destas aos parâmetros biológicos (CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2004; POMPEU; ALVES; CALLISTO, 2005). O uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade da água se baseia na resposta, ou seja, na reação dos organismos em relação aos fatores ambientais (BAUDO, 2001). Estes organismos são conhecidos como bioindicadores e representam grupos específicos (bactérias, plâncton, bentos e nécton) selecionados e utilizados em diferentes métodos de avaliação da qualidade ambiental (ROSENBERGS, RESH, 1993; VIARENGO et al., 2000).

Entre as bactérias, os coliformes totais e termotolerantes são os indicadores de contaminação fecal mais utilizado que constituem parâmetros fundamentais na caracterização e avaliação da qualidade das águas (AVELINO, 2001).

A fase planctônica dos peixes constitui um período particularmente sensível às modificações ambientais, ocasião em que indivíduos vivenciam momentos críticos devido à precariedade biológica (FUIMAN; POLING; HIGGS, 1998; KURTZ; MELLO; ANDRADE, 2004). Nesse sentido, os contaminantes químicos absorvidos através da matéria orgânica podem provocar má-formação no corpo das larvas, como manchas externas, ausência ou atraso da formação do maxilar, deformações nos olhos e na coluna vertebral (ROSENTHAL; ALDERDICE, 1976), e ainda alterar o comportamento e o metabolismo das larvas (SCHMITT; OSENBERG, 1995). A temperatura, a taxa de oxigênio e o pH são fatores observados por Luckenbach et al. (2003), que influenciam a sobrevivência dos estágios iniciais da vida da truta marrom em rios da Alemanha. Devido à significativa sensibilidade às alterações no ambiente, o ictioplâncton é usado como bioindicador de qualidade ambiental (CUNNINGHAM et al., 2005).

## **2.4 O Transporte do Ictioplâncton**

Os processos físicos, como as correntes, são responsáveis quase que exclusivamente pelo o transporte ictioplanctônico dos locais de desova para áreas de berçário, o que contribui para o recrutamento e conseqüente sucesso reprodutivo dos peixes (ARTHUR; BALL; BAUGHMAN, 1996; BENNET; MOYLE, 1996; MORIYAMA et al., 1998).

Harden-Jones (1968), pioneiro em investigar o transporte ictioplanctônico como um dos processos chaves no recrutamento dos peixes, discutiu o sistema denominado “triângulo da migração”, dividido em três segmentos básicos: as áreas de desova, de crescimento e de

recrutamento do estoque adulto. O ciclo pode iniciar com o deslocamento passivo dos ovos e larvas das áreas de desova às áreas de crescimento; neste momento os indivíduos dependem das correntes; o ciclo segue com o recrutamento, que consiste no processo de incorporação dos juvenis ao estoque adulto, caracterizado pela natação livre (contracorrentes). Completando o ciclo, com o deslocamento ativo dos adultos em direção às áreas de desova. Vaz (2005) ressalta que durante o processo de transporte das áreas de desova aos locais de crescimento eventualmente pode ocorrer falhas, que podem provocar a dispersão e a morte das larvas.

Em 1988, Miller divulgou a teoria sobre o transporte de acordo com a fase da maré, que é chamado de “*tidal stream transport*” (TST) e sobre o transporte independente da seleção das correntes de maré. Neste último caso, de acordo com Boehlert e Mundy (1988) e Churchill et al. (1999) o indivíduo pode influenciar no seu transporte e, o estágio de desenvolvimento larval e o poder natatório proporcionam habilidades para alterar a posição do indivíduo na coluna d’água. O “*tidal stream transport*” tem sido evidenciado nos estudos de Rowe e Epifanio (1994), onde os autores observaram que as larvas descem antes ou no final da maré enchente e são menos abundantes na coluna da água durante a maré vazante.

As pesquisas que buscam relacionar o transporte do ictioplâncton com a hidrodinâmica são desenvolvidas, sobretudo em ambientes costeiros, como lagoas, baías e estuários. Beck et al. (2001) e Sanvicente-Anõrve et al. (2003) ratificam que estes ambientes são usados pela maioria das espécies de peixes como áreas específicas para a desova. Chiappa-Carrara et al. (2003) notaram que as condições hidrodinâmicas no sistema de lagoa estuarina no México influem no transporte e distribuição do ictioplâncton entre as áreas de desova, berçário e de alimentação.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Analisar os padrões de variação espaço-temporal da comunidade de larvas de peixe e sua relação à hidrodinâmica e à qualidade da água no entorno das ilhas do Combu e Murucutu (Belém-PA).

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Descrever a composição taxonômica do ictioplâncton;
- ✓ Definir os padrões de variações espaço-temporais das larvas, baseados na densidade, na diversidade e nos estágios de desenvolvimento;
- ✓ Relacionar os padrões espaço-temporais de densidade, diversidade e dos estágios ontogênicos aos parâmetros de qualidade da água e hidrodinâmicos;
- ✓ Avaliar o papel do furo da Paciência no transporte das larvas de peixe entre o norte e sul das ilhas do Combu e Murucutu.

#### 4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho elegeu como área de estudo o ambiente aquático no entorno das ilhas do Combu e Murucutu, localizadas na margem esquerda do rio Guamá, em direção a sua foz (figura 1). As ilhas estão acomodadas entre os inúmeros espaços insulares do município de Belém (PA). São banhadas, ao norte, pelo rio Guamá, e, ao sul, pelo canal do Benedito, sendo limitadas pelo furo da Paciência (DERGAN, 2006).

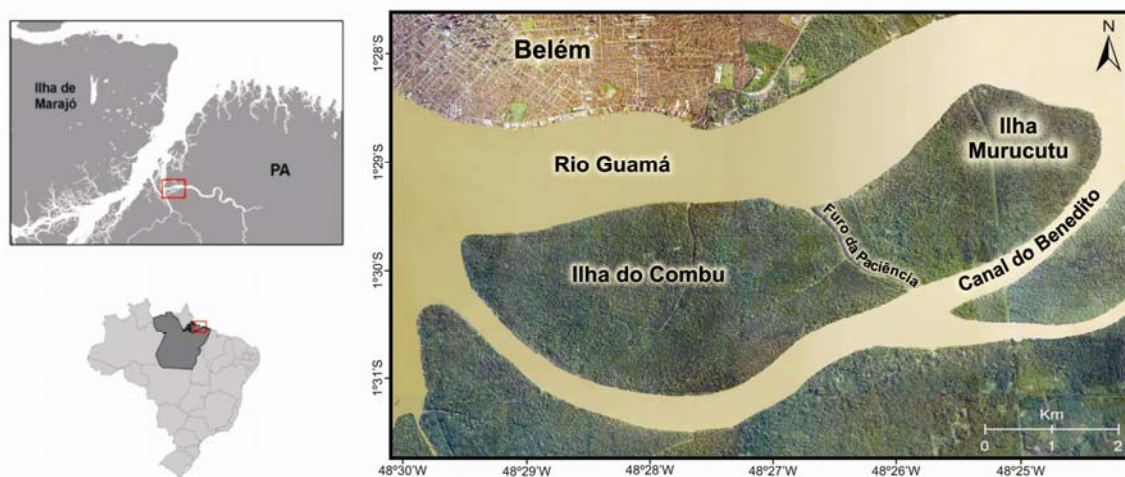


FIGURA 1 - Localização da área de estudo – Ilha do Combu e Ilha Murucutu (Belém – PA).  
Fonte: Shape obtido no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2008).

O canal do Benedito compõe um braço do rio Guamá, ambos estão inseridos no sistema estuarino amazônico, um ambiente altamente dinâmico marcado pelo pronunciado efeito da descarga do rio Amazonas sobre as águas costeiras do oceano Atlântico (NITTROUER, 1995; SALATI, 1985). O estuário Amazônico, localizado na região norte do Brasil, integra a maior bacia hidrográfica do mundo, a qual comporta um dos rios mais volumosos, o rio Amazonas, sendo maior em descarga líquida e extensão (COSTA, 1996).

Neste contexto, é fundamental destacar que a região estuarina é constituída pelas zonas de intrusão (estuário inferior) e diluição da salinidade (estuário médio), e pela zona sujeita a oscilação da maré (estuário superior), segundo Dione (1963). Onde, conforme esta definição, a presente área de estudo representa o estuário superior. O limite do sistema estuarino amazônico segue a influência direta do movimento das marés e se estende até aproximadamente 800 km a montante da foz do rio Amazonas (GALLO, 2004).



Os estuários da região Amazônica apresentam, entretanto características peculiares em virtude do grande volume de água doce aportada pelos rios (RICHEY et al., 1986). As águas de baixa salinidade podem ser encontradas fora da entrada do estuário, e a cunha salina que se forma próximo ao fundo apresenta baixos valores de salinidade (PINHEIRO, 1987). No período seco o rio Guamá e seus tributários recebem influências das marés oceânicas, onde a cunha salina pode penetrar o estuário, especialmente durante as marés de sizígias. Todavia, no período chuvoso a maré salina não alcança este ambiente, decorrente das fortes descargas fluviais que impedem por completo a penetração das águas salobras (PENTEADO, 1968; PMB, 2001; SILVEIRA, 1992).

As águas do rio Guamá apresentam baixa transparência devido à grande quantidade de material em suspensão, provenientes da ação erosiva das correntes nas margens, bem como a erosão decorrente dos seus afluentes e subafluentes. Além disso, a elevada taxa de sedimentos em suspensão é típica dos rios de água branca que constituem a bacia amazônica (PENTEADO, 1968; SIOLI, 1968).

Na maré de sizígia a ação das correntes no rio Guamá é mais forte e pode alcançar 1,89 m/s (PORTOBRÁS, 1980). Sobretudo os autores Bernardi, Pinheiro e Costa Junior (1988) ressaltam que médias de velocidades máximas situam-se entre 1,04 e 1,60 m/s.

Em relação ao aspecto geográfico, as ilhas do Combu e Murucutu compõem uma região de várzea, distinguidas por áreas inundáveis periodicamente em ciclo anuais e pelo controle diário das marés (RIBEIRO, 2004; SANTOS, 1997). Os solos dessas áreas são ricos em nutrientes que são constantemente renovados (PEREIRA, 2004). As ilhas do sistema estuarino amazônico geralmente apresentam relevo baixo e quase plano, formada por sedimentos do quartenário (LORIS; ANDERSON, 1993).

O clima é caracterizado como quente e úmido com média anual de precipitação em torno de 2.500 mm, temperatura de 32° C e umidade relativa do ar acima de 80% (BASTOS; PACHECO, 2001; BELÉM, 2000). Quanto ao regime de pluviosidade, a variação sazonal de precipitação no estado do Pará é caracterizada por uma estação chuvosa que em geral compreende os meses de dezembro a maio e por uma estação menos chuvosa (seca) que na maioria das localidades corresponde ao período de junho a novembro (MORAES et al., 2005).

Neste sistema de elevada energia hidráulica, a dinâmica do estuário, associada à sazonalidade, provoca alterações nas propriedades físico-químicas dessas águas, nas concentrações das partículas em suspensão, além de atribuir uma perceptível influência no processo de dispersão e transporte dos poluentes (SILVEIRA, 1992; SIOLI, 1960).

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Delineamento Amostral

As coletas ocorreram nos meses de outubro de 2008, janeiro, abril e julho de 2009, com a finalidade de englobar as estações climáticas baseadas na alternância dos índices pluviométricos. Sendo os meses de janeiro e abril referentes à estação chuvosa, e os meses de outubro e julho correspondentes a estação menos chuvosa, ou seja, a estação seca (MORAES et al., 2005).

No desígnio de compreender a distribuição da assembléia larval ao redor das ilhas do Combu e Murucutu, os pontos amostrais foram estabelecidos no rio Guamá, no canal do Benedito e no furo da Paciência. Entre os 14 pontos de coleta que abrangeram o objetivo do estudo, oito foram situados margeando a costa, sendo quatro a leste (G1, G2, B1, B2) e quatro a oeste (G3, G4, B3, B4), dois foram atribuídos as áreas mais profundas no meio dos canais e alinhados ao furo da Paciência (G5, B5). No furo da Paciência, dois pontos foram locados dentro (P2, P3) e dois nas desembocaduras (P1, P4), conforme a figura 2.

Concomitantemente à coleta das larvas de peixe, foram efetuadas perfilagens de corrente e coleta da água para análise. Os pontos de coleta da água para a análise de sua qualidade foram, em número, inferiores aos pontos de amostragem do ictioplâncton, devido às restrições metodológicas do projeto. No rio Guamá ocorreu coleta da água nos pontos G1, G2, G3, e G4; no canal do Benedito nos pontos B1, B2, B3, e B4; no furo da Paciência ficou restrito ao ponto P3 (figura 2). Para facilitar uma relação pertinente entre a assembléia ictioplânctônica e as características da água por áreas de coleta, a média dos dados de qualidade da água (2 pontos) foi considerada na área leste, enquanto que um único valor representou a área oeste. No caso do furo Paciência, as médias consideradas para a área norte e sul foram atribuídas aos pontos próximos, sendo P3, G2 e G4 para a área norte, e P3, B2 e B4 para a área sul.

Os perfis transversais para o estudo da hidrodinâmica foram efetuados no rio Guamá e no canal do Benedito em todos os períodos de amostragem. Adicionalmente, no dia 26 de abril de 2009, estes perfis também foram realizados no furo da Paciência, mas especificamente nas duas desembocaduras em direção ao rio Guamá (Norte) e ao canal do Benedito (Sul). As seções de perfil no rio Guamá apresentaram em média extensão de 1.300 m, no canal do Benedito a média das seções foi de 630 m e no furo da Paciência o

comprimento médio dos perfis foi de 25 m, tanto em direção ao rio Guamá, quanto em direção ao canal do Benedito (figura 2).

As coletas trimestrais do ictioplâncton, da água foram realizadas na maré vazante. Enquanto que os dados hidrodinâmicos foram obtidos em ciclos completos de maré, porém no presente estudo foram utilizados tais dados referentes à maré vazante. Em adição, no mês de abril de 2009 foram efetuadas coletas do ictioplâncton e dos dados hidrodinâmicos, em ciclos completos de maré apenas no furo da Paciência, logo que mencionado anteriormente (tabela 1). Nesta amostragem adicional, as larvas de peixe foram coletadas de hora em hora entre 09h00min e 17h00min, nos pontos P2 (Paciência Norte) e P3 (Paciência Sul). Já para os dados hidrodinâmicos, foram efetuadas de hora em hora perfilagens transversais no período de 09h00min as 18h00min.

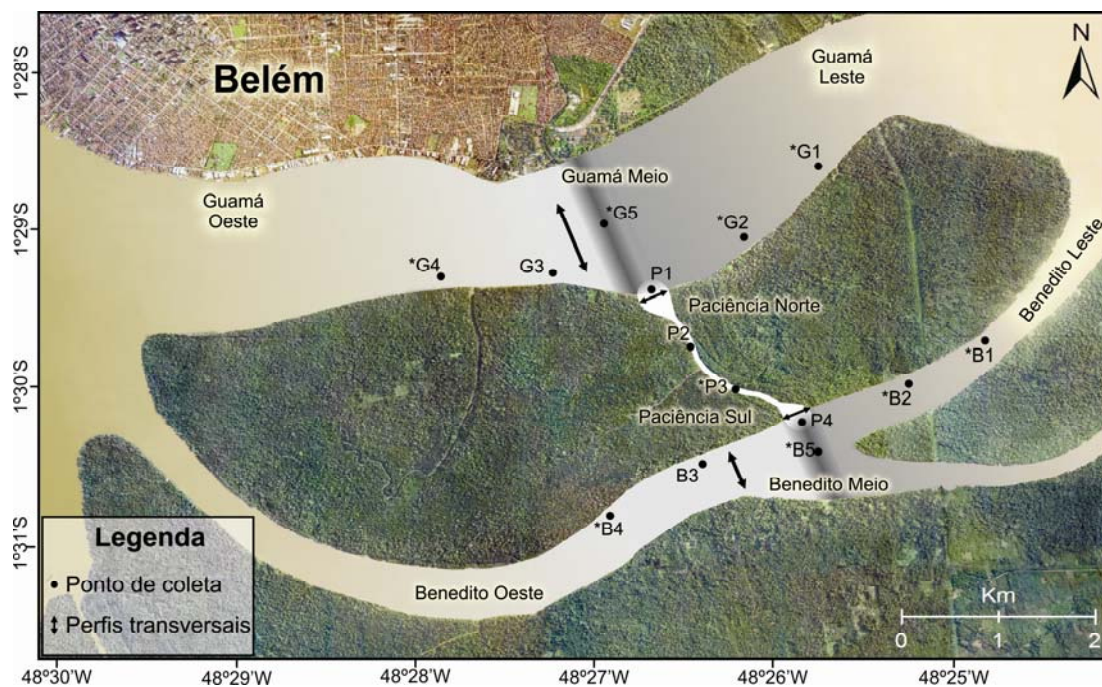


FIGURA 2 - Localização dos pontos de coleta e dos perfis transversais. \*: Pontos de coleta da água.

TABELA 1 - Meses e períodos de coleta do ictioplâncton, da água e dos dados hidrodinâmicos no rio Guamá, no canal do Benedito e no furo da Paciência entre outubro de 2008 e julho de 2009.

Mês	Estações Climáticas	Maré	Coletas Trimestrais			Coleta adicional	
			Ictioplâncton	Água	Hidrodinâmica	Ictioplâncton	Hidrodinâmica
			Rio Canal Furo	Rio Canal Furo	Rio Canal	Furo	Furo
Out/2008	Seca	Vazante Enchente	X	X	X X		
Jan/2009	Chuvosa	Vazante Enchente	X	X	X X		
Abr/2009	Chuvosa	Vazante Enchente	X	X	X X	X X	X X
Jul/2009	Seca	Vazante Enchente	X	X	X X		

## 5.2 Atividades em Campo

Todo o trabalho de campo envolveu embarcações locais. O processo de coleta do ictioplâncton foi realizado através de arrastos horizontais na superfície, com no máximo 1m de profundidade devido à grande concentração das larvas planctônicas na superfície da coluna de água (figura 3). A rede ictioplanctônica utilizada nos arrastos é cônico-cilíndrica com 2,50 m de comprimento, 50 cm de diâmetro, malha 330  $\mu$ m de abertura (figura 4). Um peso de chumbo e uma bóia foram fixados na parte superior e inferior, respectivamente, na finalidade de manter a posição horizontal da rede durante o arrasto, conforme indicado por Smith e Richardson (1977).



FIGURA 3 - Arrasto superficial da rede de ictioplâncton utilizada nas amostragens.

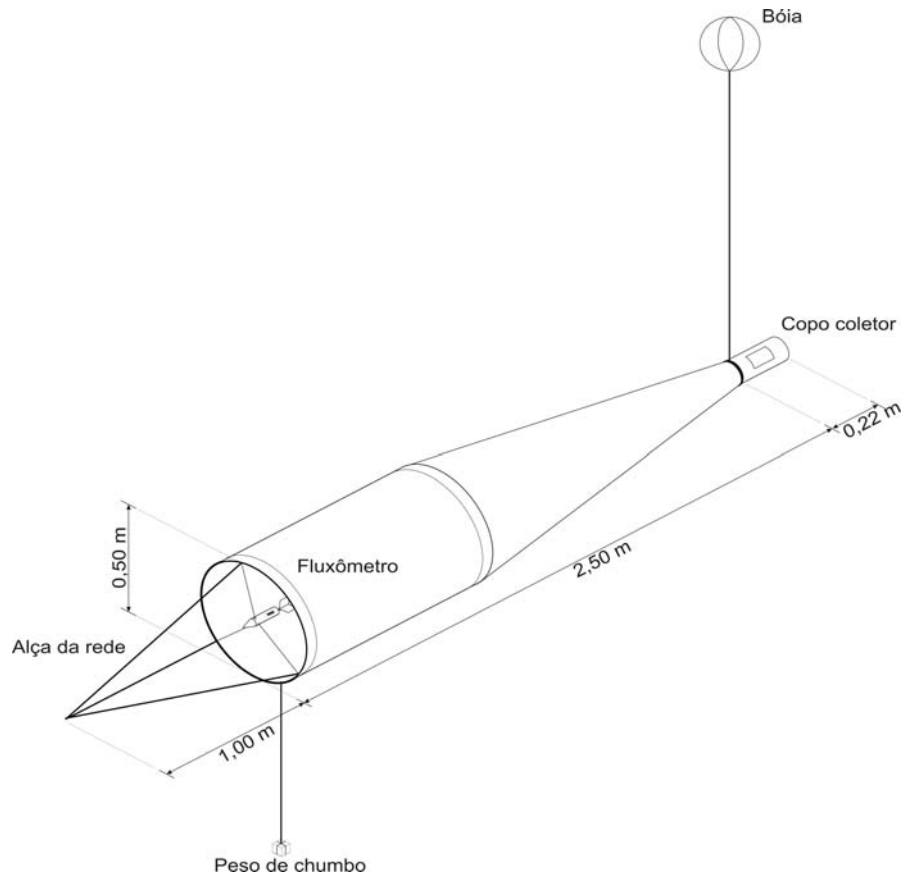


FIGURA 4 - Desenho esquemático da rede de ictioplâncton utilizada nas amostragens.

Os arrastos foram pontuais e tiveram duração aproximada de 4 minutos e velocidade média de 1 m/s. No aro da boca da rede esteve acoplado um fluxômetro (figura 5a), com o intuito de obter o volume de água filtrada no decorrer dos arrastos. Ao término de cada arrasto todo o conteúdo filtrado pela rede e retido no copo coletor (figura 5b) foi acondicionado em frascos de polietileno de 500 ml (figura 5c). Em seguida os potes foram etiquetados e as amostras preservadas em uma solução de formol a 4%, neutralizada com bórax, seguindo metodologia proposta por Franco e Muelbert (2003).

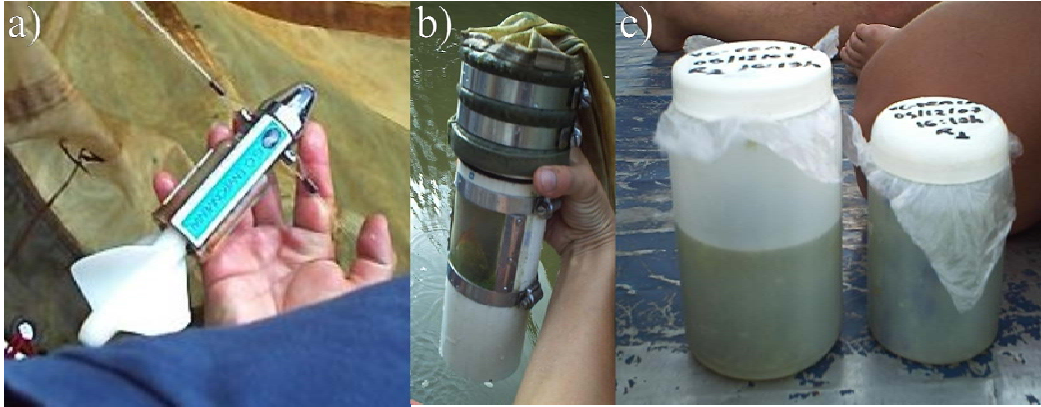


FIGURA 5 - (a) Fluxômetro, (b) copo coletor da rede e (c) potes de polietileno utilizados nas amostragens.

Em cada ponto de coleta foram efetuadas duas réplicas, instituídas considerando a viabilidade do estudo dentro do prazo atribuído. As réplicas são importantes para evitar informações erradas sobre a distribuição do ictioplâncton, que apresenta uma distribuição agregada (JANEKARN; KIØRBOE, 1991).

O fluxômetro mecânico localizado na boca da rede é constituído por uma hélice que gira de acordo com o fluxo de água, em que cada giro é marcado pelo contador. Antes das coletas foi realizada a calibração desse equipamento. Em seguida foi possível calcular a distância percorrida pela rede durante o arrasto conforme a equação:

$$DP = N^{\circ} \times C$$

Onde: **DP** = distância percorrida (m);

**N<sup>o</sup>** = número de rotações durante o arrasto (rot);

**C** = valor de calibração do fluxômetro ( $m \cdot rot^{-1}$ ).

O volume de água filtrada pela rede durante o arrasto foi calculado através da distância percorrida (DP) multiplicada pela área da rede ( $\pi r^2$ ), seguindo a equação:

$$V = A \times DP$$

Onde: **V** = volume de água filtrada ( $m^3$ );

**A** = área da boca da rede ( $m^2$ );

**DP** = distância percorrida (m).

Os parâmetros de qualidade da água (demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, nitrito, fosfato, pH, temperatura, coliformes totais) foram analisados em amostras oriundas da superfície da água. Foram determinados “*in situ*” temperatura e pH, com auxílio de um analisador multiparâmetros (marca Orion/modelo 115), pela equipe de Bentologia incluída no projeto “Qualidade da Água e suas Implicações sobre o Sistema Homem-Ambiente na Amazônia (Ilha do Combu - Belém - PA)”. Os demais parâmetros, sendo eles oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fosfato, nitrito, coliformes totais foram analisados no Laboratório Analítico da empresa L. A. S. Sanches Laboratório.

A hidrodinâmica foi investigada através de perfilagens transversais. Cada transecto no rio Guamá teve duração média aproximada de 14 minutos, no canal do Benedito durou em torno de 7 minutos. No furo da Paciência os transectos ocorreram em média durante 1 minuto. Na realização das perfilagens foi utilizado um Correntômetro Acústico de Efeito Doppler (Acoustic Doppler Current Profiler - ADCP), correspondente ao modelo Work Horse Sentinel (RDI/Teledyne). O ADCP foi configurado para registrar continuamente perfis verticais de velocidade e direção de correntes perfazendo médias segundo uma frequência de amostragem de 1200 kHz. Para a obtenção dos dados, o ADCP foi acoplado ao lado externo da embarcação, conforme ilustrado na figura 6.



FIGURA 6 - ADCP acoplado à embarcação.

### 5.3 Atividades em Laboratório

Em laboratório, com o auxílio de um estereomicroscópio (Motic/Motion SMZ 134) foi realizado o processo de triagem, em seguida as larvas foram conservadas em uma solução de álcool a 70%. O próximo passo se deu pela identificação das larvas até o menor nível taxonômico possível e a definição do estágio de desenvolvimento larval.

A identificação taxonômica foi desempenhada com base na avaliação de caracteres padrões, relacionados à posição das nadadeiras dorsal, anal, caudal, pélvicas e peitorais, formato e tamanho do tubo digestivo, pigmentação, posição da mandíbula, entre outros (figura 7), de acordo com os trabalhos de Barletta-Bergan (1999), Leis, Trnski (1989), Okyiyama (1988), Richards (2005), Whitehead, Nelson e Wongronata (1988).

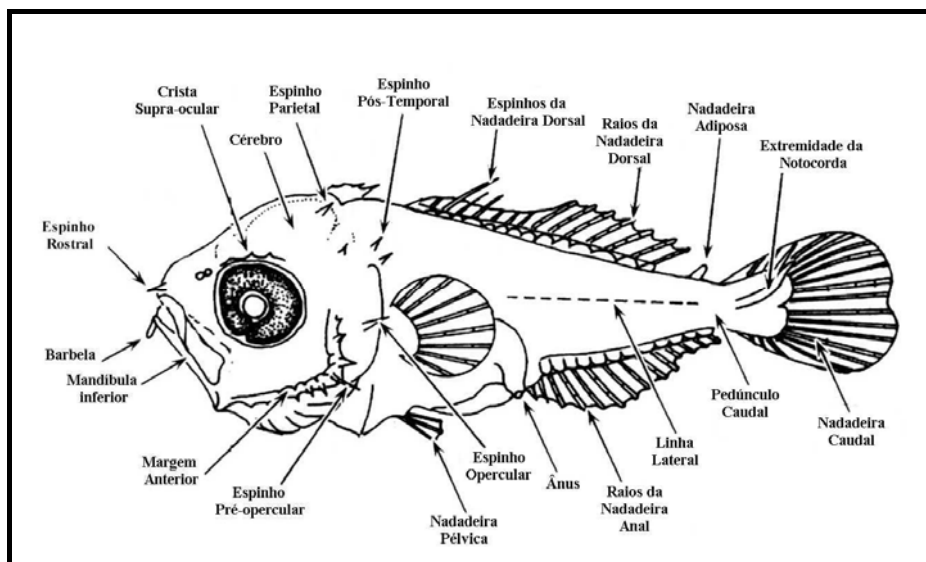


FIGURA 7 - Principais características utilizadas na identificação de larvas de peixe. Fonte: Okyiyama (1988).

Os estágios de desenvolvimento dos indivíduos foram analisados em função da presença e/ou ausência do saco vitelínico e no estado de flexão da notocorda, classificando-os em quatro grupos ontogênicos: larvas com vitelo; estágio de pré-flexão; estágio de flexão e estágio de pós-flexão, conforme indicado por Ahlstrom, Butler, Sumida (1976), Moser (1984) e Nakatani et al. (2001):

(i) A presença do saco vitelino caracteriza as larvas recém eclodidas, com a exceção de algumas espécies de água doce. Durante essa fase o saco vitelino está na região anterior do corpo, o que pode caracterizar nesse caso uma alimentação endógena e/ou endógeno-exógena



das larvas. Geralmente os olhos não são pigmentados, a boca e o ânus podem ainda permanecer fechados, a funcionalidade do tubo digestivo assim como outras funções histológicas é precária.

(ii) No estágio de pré-flexão a notocorda encontra-se reta e visível por transparência. O saco vitelínico é reabsorvido e a alimentação passa a ser completamente exógena;

(iii) No estágio de flexão, a notocorda inicia a flexão. Na maioria dos casos a notocorda e a bexiga natatória permanecem visíveis por transparência e as estruturas cartilagineas e ósseas que formarão as nadadeiras continuam a desenvolver-se.

(iv) O estágio de pós-flexão se caracteriza pela completa flexão da notocorda (figura 8).

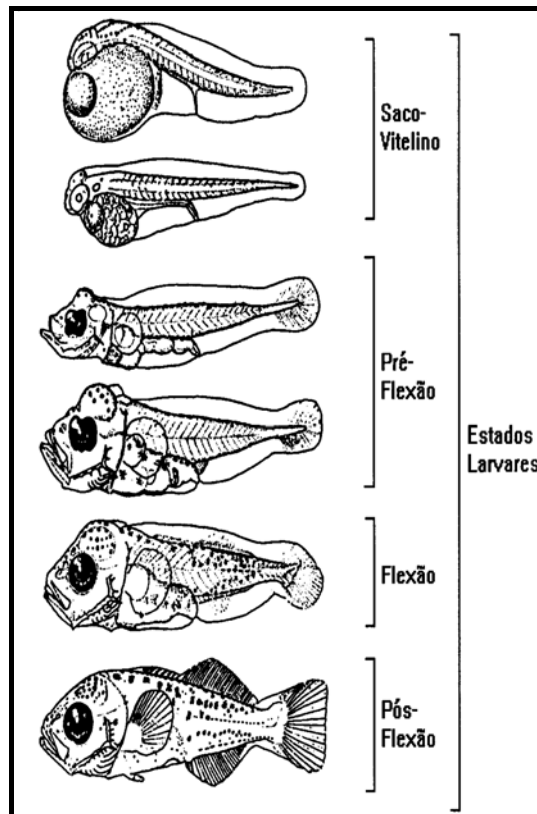


FIGURA 8 - Estágios de desenvolvimento de uma larva de peixe. Fonte: Adaptado de Moser (1984).

Os dados hidrodinâmicos foram processados em parceria com o atual estudo utilizando os programas WinRiver II (software do ADCP) e Excel. O ADCP registrou dados em toda a coluna d'água, porém aqui foram analisados os dados apenas da direção e da velocidade de superfície (0 a 3 m do perfil vertical), a vazão também foi calculada para esta área. Portanto, os dados foram re-amostrados para indicar os valores de vazão dentro da área

do retângulo (20 x 3 m), que cobre a área de amostragem de interesse dos pontos de coleta das larvas de peixe (figura 9). Todavia, na coleta adicional realizada em abril de 2009, quando as perfilagens foram efetuadas somente nas desembocaduras do furo da Paciência, os valores de vazão aplicados ao estudo foram referentes aos perfis completos, ou seja, incluíram toda a extensão das secções no furo.

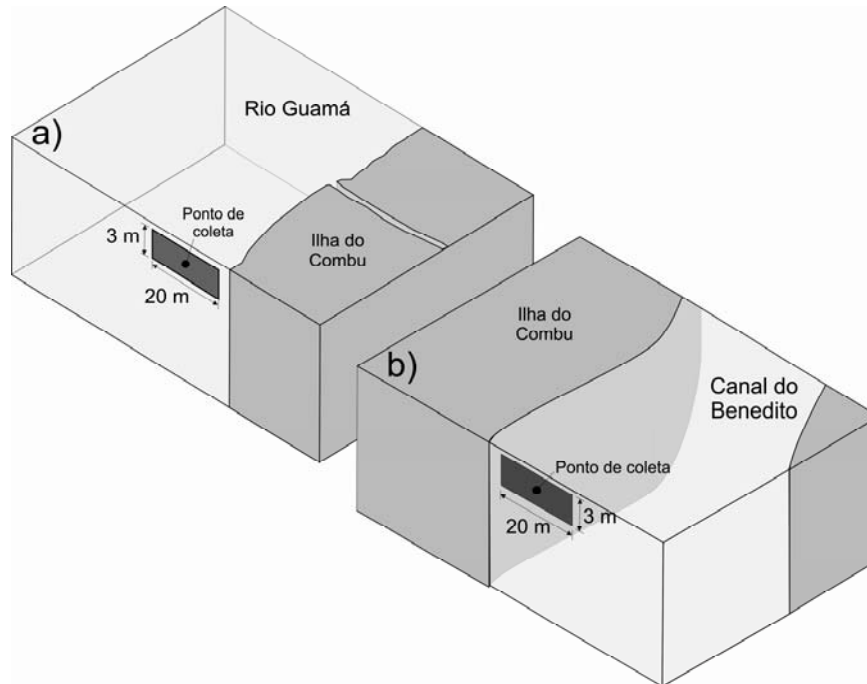


FIGURA 9 - Perfil ilustrativo com a área utilizada para o cálculo da vazão, dentro da área de importância dos pontos de coleta das larvas de peixe. a) rio Guamá e b) canal do Benedito. Obs: Sem escala.

## 5.4 Análise dos Dados

### 5.4.1 Estimativas Espaço-Temporais de Abundância e Densidade

Com base nas informações obtidas através do número de larvas, grupos taxonômicos e estágios de desenvolvimento larval, foram calculados os valores da abundância relativa (%) e da densidade absoluta (larvas/100m<sup>3</sup>) por local e período de coleta. A abundância (%) e a densidade (larvas/100m<sup>3</sup>) obedeceram às fórmulas apresentadas na sequência abaixo:

$$A = \frac{N}{T} \times 100$$

Onde: **A** = Abundância relativa (%);

**N** = Número de larvas encontradas por local de coleta, período do ano, família ou por estágio de desenvolvimento;

**T** = Número total de larvas encontradas por local de coleta, período do ano, família ou por estágio de desenvolvimento.

$$D = \frac{N}{V} \times 100$$

Onde: **D** = Densidade (larvas/100m<sup>3</sup>);

**N** = Número de larvas encontradas em cada local de coleta, período do ano, por família ou por estágio de desenvolvimento;

**V** = Volume de água filtrada (m<sup>3</sup>).

#### 5.4.2 Índices Ecológicos

Os índices populacionais foram aplicados para avaliar as alterações na estrutura da comunidade de acordo com mudanças temporais e espaciais (cursos hídricos). Neste contexto, foram utilizados os índices de Shannon (1948) para a diversidade e de Pielou (1977) para a equitabilidade. Os índices foram calculados levando em consideração o número de larvas por famílias, obtidos com auxílio do programa PRIMER versão 6.0.

O Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) avalia o número de táxons e a distribuição individual entre eles, sendo calculado em função da riqueza dos táxons através da seguinte equação:

$$H' = -\sum p_i \cdot \log p_i$$

Onde:  $p_i = n_i/N$ ;

$n_i$  = número de indivíduos pertencentes a cada família;

**N** = número total de indivíduos.

O Índice de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) é um índice de uniformidade, que avalia o padrão de distribuição dos indivíduos, determinado por:

$$J' = H' / \log S$$

Onde:  $H'$  = Índice de Diversidade de Shanon;

$S$  = n° de indivíduos.

A equitabilidade alcança seu valor máximo (1) quando todos os *taxa* nas amostras são igualmente abundantes, o que representa um padrão de distribuição uniforme. Quando esse valor decresce em direção a zero existe um ou mais táxon dominante o que indica uma baixa equitabilidade (KARYDIS; TSIRTSIS, 1996).

#### 5.4.3 Análises Estatísticas

Os dados bióticos necessariamente foram transformados [ $\log(x + 1)$ ], em seguida, constatados a normalidade através do teste de Liliefors (CONOVER, 1971) e a homogeneidade das variâncias através do teste de Cochran e Bartlet (SOKAL; ROHLF, 1969). Após a obtenção dos requisitos exigidos, a Análise de Variância (ANOVA) unifatorial foi empregada para identificar possíveis diferenças de densidade entre os meses amostrados e os locais de coleta (Benedito, Guamá e Paciência), utilizando o nível de significância de 0,05. Quando a ANOVA indicou diferença significativa foi aplicado o teste *Tukey* de comparação múltipla das médias (ZAR, 1996). Tais testes e análises foram realizadas nos programas STATISTICA e BioEstat versões 7.0 e 5.0, respectivamente.

As análises multivariadas foram realizadas utilizando o programa CANOCO versão 4.5. No primeiro instante, a modalidade das variáveis foi avaliada através de uma análise de correspondência discriminante (DCA) que evidenciou gradientes de pequenos tamanhos (<3), sugerindo uma distribuição linear dos pontos. Portanto, os modelos lineares foram os mais apropriados, sendo estes a Análise de Componentes Principais (PCA), que foi aplicada tanto às variáveis bióticas quanto às ambientais (parâmetros de qualidade da água e hidrodinâmicos), e subsequentemente foi realizada uma Análise de Redundância (RDA), conforme o método indicado por Ter Braak (1995).

A ordenação dos dados bióticos foi efetuada por meio da Análise de Componentes Principais (PCA), com o propósito de identificar associações espaço-temporais das famílias ictioplanctônicas aliadas ao estágio de desenvolvimento. Isto, tanto foi gerada uma matriz inicial composta pela densidade das famílias mais abundantes, classificadas de acordo com os estágios ontogênicos (Clupeidae Pré-flexão, Clupeidae Flexão, Clupeidae Pós-flexão, Engraulidae Pré-flexão, Engraulidae Flexão, Engraulidae Pós-flexão, Sciaenidae Pré-flexão) por local e período de coleta. Os dados foram transformados [ $\log(x + 1)$ ] em seguida centrados e estandardizados.

No intuito de analisar o grau de associações espaço-temporal dos parâmetros de qualidade da água e hidrodinâmicos, os mesmos foram igualmente analisados conforme os dados bióticos, a partir de uma matriz inicial constando os respectivos valores por local e período de coleta.

A fim de verificar a interação entre as variáveis bióticas e ambientais (abióticas) foi utilizada a rotina da Análise de Redundância (RDA). A variação dos grupos taxonômicos mais abundantes, classificados conforme o grau de desenvolvimento larval foi analisado em função dos dados ambientais. Os dados de ambas as matrizes, biótica e ambiental, foram submetidos à transformação logarítmica [ $\log(x + 1)$ ].

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Parâmetros de Qualidade da Água e Hidrodinâmicos

A temperatura da água que variou entre 27°C (Benedito Leste/julho) e 33,5°C (Paciência Norte/outubro), nos quatro meses amostrados este parâmetro apresentou uma maior amplitude temporal do que espacial. O potencial hidrogeniônico se manteve ácido nos quatro períodos estudados e em todas as unidades amostrais, com o mínimo de 4,9 (Guamá Meio/abril) e máximo de 6,4 (Guamá Meio/julho), conforme a tabela 2.

A concentração de oxigênio dissolvido na água variou entre 3,8 mg/l (Paciência Norte/abril) e 7,1 mg/l (Guamá Meio/outubro). Os valores mais elevados ocorreram nos dois primeiros períodos de coleta e diminuíram gradualmente até o período seco (julho). A demanda bioquímica de oxigênio não apresentou nenhum padrão em relação aos períodos e aos locais amostrados. Os valores da DBO oscilaram entre 0,3 mg/l (Benedito Oeste/abril) e 7,6 mg/l (Guamá Leste/abril).

O composto nitrogenado, nitrito, apresentou concentrações baixas ( $< 1$ ), tanto espacialmente quanto temporalmente, sendo que em alguns locais de coleta o valor registrado foi zero. Situação semelhante ocorreu para o composto fosfato, que apresentou concentrações baixas ( $< 2$ ) nos quatro períodos estudados.

A concentração de coliformes totais variou entre 30 NPM (Guamá Meio/julho) e 64000 NPM (Benedito Oeste/outubro). Porém, apesar da elevada concentração registrada no Oeste do canal do Benedito, a maioria das amostras referentes à área Oeste do rio Guamá e do canal do Benedito apresentaram menores concentrações de coliformes totais em comparação às amostras da área Leste destes respectivos cursos hídricos. Quanto aos parâmetros hidrodinâmicos, a velocidade apresentou o valor mínimo no Oeste do canal do Benedito em julho (0,45 m/s) e o máximo (1,29 m/s) no Meio do rio Guamá em abril, a vazão conferiu o mesmo padrão, variando entre 8,7 m<sup>3</sup>/s (Benedito Oeste/julho) e 77,8 m<sup>3</sup>/s (Guamá Meio/abril). A direção da corrente no decorrer dos meses estudados predominou geralmente no sentido noroeste, seguindo o padrão esperado no rio Guamá e no canal do Benedito durante o período de maré vazante, quando as amostragens foram realizadas.

TABELA 2 - Dados de qualidade da água e hidrodinâmicos por local de coleta e período climático.

Período de Coleta	Local de Coleta		Parâmetros de Qualidade da Água						Parâmetros Hidrodinâmicos			
			Temperatura (C°)	pH	Oxigênio Dissolvido (mg/l)	DBO (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Fosfato (mg/l)	Coliformes Totais (NPM)	Direção (Graus N)	Velocidade (m/s)	Vazão (m³/s)
Outubro (2008) Seco	Guamá	Leste	33,4	6	6,7	2,3	0,01	0,15	21800	290	0,69	41,7
		Oeste	32,7	6	6,8	4	0,007	0,14	11000	281	0,89	53,4
		Meio	32	5,9	7,1	3,3	0,008	0,2	4600	265	0,55	33
	Paciência	Norte	33,5	6,1	5,7	2,4	0,01	0,13	25000	281	0,89	53,4
		Sul	33,2	6	5,1	3,4	0,01	0,11	37500	277	0,62	36,7
	Benedito	Leste	33	6	5,6	3,6	0,005	0,12	43000	269	0,92	55,3
		Oeste	32	5,9	6,1	2,3	0,007	0,11	64000	270,5	0,73	44,3
		Meio	32	5,4	6,4	5	0,006	0,12	11000	269	0,61	36,7
	Janeiro (2009) Chuvoso	Guamá	Leste	29,5	6,3	6,3	4	0,007	0,16	1345	298	0,68
Oeste			29,8	6,1	6,3	4	0,003	0,12	9300	296,5	0,51	30,8
Meio			29,3	6,3	6,3	3,5	0,003	1,26	150	285	0,97	58,2
Paciência		Norte	29,9	6,2	6,3	3,8	0,005	0,52	4497	313	0,68	40,8
		Sul	29,9	6,1	6	3,8	0,006	0,52	2900	282	0,85	51,3
Benedito		Leste	29,5	6,1	5,6	2,7	0,008	0,05	5400	288	0,75	45,3
		Oeste	29,6	5,9	6,3	4	0,009	0,2	1500	294,5	0,77	46,3
		Meio	30,7	6,2	6,3	3	0,003	0,7	7500	292	0,52	31,7
Abril (2009) Chuvoso		Guamá	Leste	27,1	5,5	3,8	7,6	0,04	0,12	3200	309,5	0,43
	Oeste		28,2	5,1	4,1	0,6	0	0,03	2400	312,5	0,62	37,5
	Meio		27,6	4,9	4,7	6	0,02	0	1100	292	1,29	77,8
	Paciência	Norte	27,9	5,3	3,8	3,7	0,05	0,08	5167	313	0,51	30,6
		Sul	28	5,4	5,1	3,8	0,02	0,005	3957	290	0,94	56,7
	Benedito	Leste	28	5,4	5,4	0,7	0	0,01	640	288,5	0,80	48,0
		Oeste	28	5,5	5,9	0,3	0	0,05	340	295	0,72	43,3
		Meio	28,1	5,2	5,1	4	0,02	0	420	298	0,91	54,9

TABELA 2 (continuação) - Dados de qualidade da água e hidrodinâmicos por local de coleta e período climático.

Período de Coleta	Local de Coleta		Parâmetros de Qualidade da Água						Parâmetros Hidrodinâmicos			
			Temperatura (C°)	pH	Oxigênio Dissolvido (mg/l)	DBO (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Fosfato (mg/l)	Coliformes Totais (NPM)	Direção (Graus N)	Velocidade (m/s)	Vazão (m³/s)
Julho (2009) Seco	Guamá	Leste	30,5	5,8	4,2	2,3	0,002	0,01	380	306	0,45	27,5
		Oeste	31,6	5,8	3,9	1,8	0,001	0,01	2900	316,5	0,19	11,8
		Meio	29,9	6,4	4,1	1,3	0,001	0,01	30	301	1,12	67,3
	Paciência	Norte	31,1	5,8	4,1	1,9	0,001	0,01	1053	309	0,57	34,2
		Sul	29,6	5,8	4,4	2,4	0,002	0,003	1187	265	0,79	47,5
	Benedito	Leste	27	5,9	4,6	2,3	0,003	0	2400	280	0,67	40,5
		Oeste	29,3	5,8	4,6	4,1	0,003	0	930	286,5	0,14	8,76
		Meio	32	5,4	4,1	0,5	0,002	0,01	230	278	0,80	48,54



A análise dos componentes principais permitiu explicar 93,1% da variabilidade dos dados ambientais, através dos dois primeiros componentes (figura 10). O primeiro eixo apresentou um autovalor de 0,010 e correspondeu a 85,8% da variação, enquanto que o segundo com o autovalor de 0,005 representou 7,3%. Com exceção dos parâmetros direção da corrente (0,36) e vazão (0,04), todas as outras variáveis estiveram associadas negativamente ao primeiro eixo, onde os coliformes totais exibiram maior participação (-1,0). O segundo eixo apresentou melhor associação positiva aos parâmetros DBO (0,5) e direção (0,4), e melhor associação negativa aos parâmetros vazão (-1,8) e velocidade (-1,1).

A principal consistência na ordenação dos pontos amostrais em função dos componentes ambientais foi associada às áreas de coleta. Todos os pontos na região leste apresentaram uma correlação positiva com os coliformes totais, o oxigênio dissolvido e a DBO, sendo que esta correlação foi mais forte para os pontos do rio Guamá. Ao contrário das estações da área oeste que foram mais especificamente associadas com a hidrodinâmica local, incluindo direção da corrente e vazão. Os pontos do meio apresentaram associações díspares com os parâmetros abióticos. A análise não apontou nenhum padrão de associação entre as variáveis ambientais e os pontos de coleta em cada curso hídrico.

No que diz respeito aos meses de estudo, eles não apresentaram nenhuma distinção própria ou associação específica com um grupo de variáveis ambientais. No mais, merece destaque o mês de abril onde todos os pontos mostraram uma forte associação pela vazão, velocidade da corrente e oxigênio dissolvido, visualizada graficamente por uma localização de quase todos os pontos do lado negativo do segundo eixo. Provavelmente esta associação dos pontos de coleta do mês de abril aos parâmetros vazão e a velocidade pode ser explicada devido à alta pluviosidade que ocorreu neste mês.

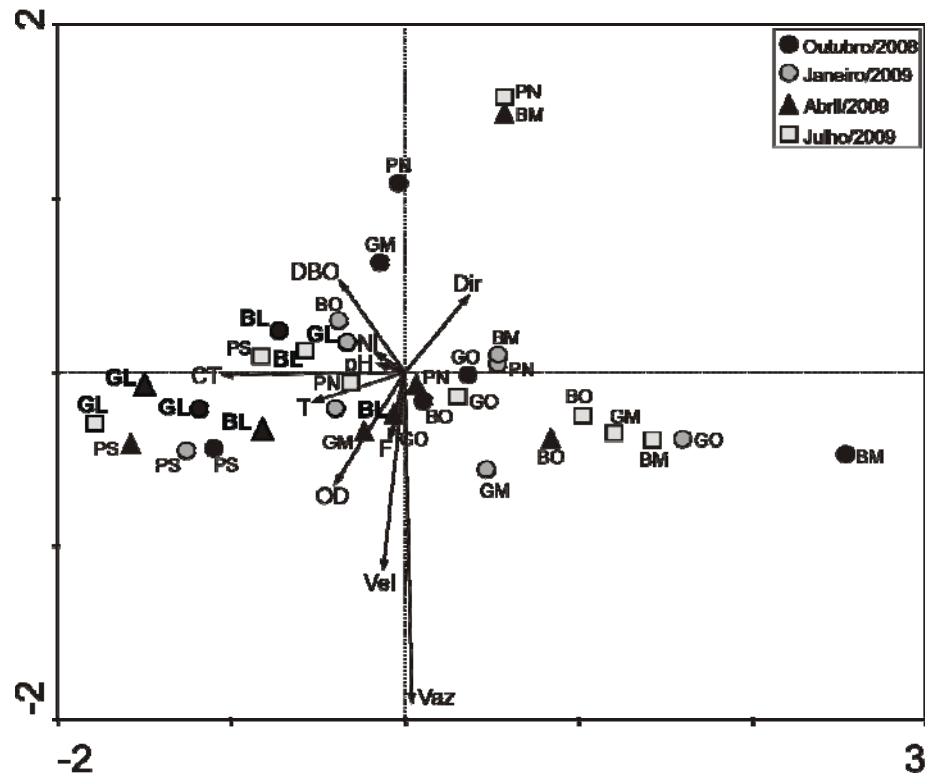


FIGURA 10 - Agrupamento dos locais de coleta através da Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais, discriminado os locais de coleta no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito, amostrados em outubro de 2008, janeiro, abril e julho de 2009. As variáveis ambientais estão indicadas pelos códigos de letras: CT: Coliformes Totais; DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio; D: Direção; F: Fosfato; N: Nitrito; OD: Oxigênio Dissolvido; pH; Potencial Hidrogeniônico; T: Temperatura; Vaz: Vazão; Vel: Velocidade. Os locais de coleta estão indicados pelos códigos de letras: GL: Guamá Leste; GM: Guamá Meio; GO: Guamá Oeste; BL: Benedito Leste; BM: Benedito Meio; BO: Benedito Oeste; PN: Paciência Norte; PS: Paciência Sul.

## 6.2 A Comunidade de Larvas de Peixe

No decorrer das coletas trimestrais realizadas nos quatro meses de estudo, 112 amostras foram analisadas o que resultou em 4.835 larvas de peixe e uma densidade total de 52,3 larvas/100m<sup>3</sup>. Em outubro de 2008 foram encontradas 69% do total das larvas, 24% em janeiro, 4% em abril e 3% em julho de 2009.

As densidades médias registradas nos quatro meses apresentaram diferenças significativas (ANOVA:  $p < 0,05$ ), sendo estas atribuídas aos valores elevados encontrados em outubro (177 larvas/100m<sup>3</sup>) em comparação aos outros três meses e, ao mês de janeiro (33,4 larvas/100m<sup>3</sup>) em relação aos meses de abril (5,7 larvas/100m<sup>3</sup>) e julho (4,5 larvas/100m<sup>3</sup>), conforme o teste *Tukey* ( $p < 0,05$ ). As densidades médias e os desvios padrões constam na figura 11.

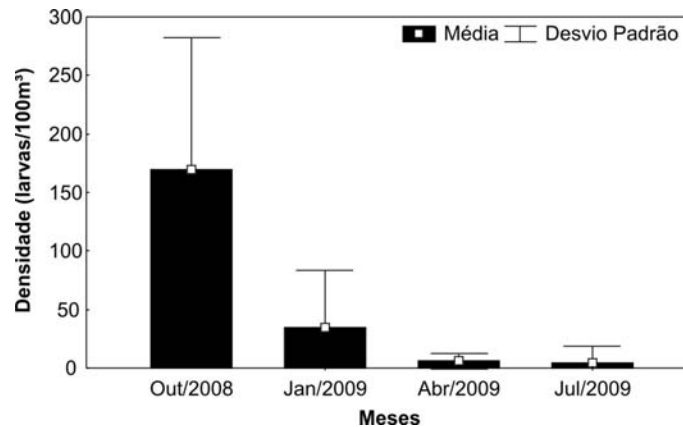


FIGURA 11 - Médias e desvios padrões da densidade (larvas/100m<sup>3</sup>) registrada nos os meses de outubro de 2008, janeiro, abril e julho de 2009 no local de estudo.

### 6.2.1 Nos Cursos Hídricos e nas Áreas de Coleta

No mês de outubro, os cursos hídricos apresentaram densidades larvais significativamente diferentes entre si (ANOVA:  $p < 0,05$ ), com um número de larvas por volume de água (100m<sup>3</sup>) no canal do Benedito (111,7) inferior aquele do furo da Paciência (296,5). O rio Guamá (122,5 larvas/100m<sup>3</sup>) não apresentou diferenças significativas em densidade quando comparado aos demais cursos hídricos (*Tukey*:  $p < 0,05$ ) (figura 12a).

O mês de janeiro, diferente de outubro, não demonstrou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) de densidade entre o rio Guamá, o furo da Paciência e o canal do Benedito. A maior variabilidade dos dados como indicado pelos desvios padrões, ocorreu no rio Guamá, seguido pelo canal do Benedito (figura 12b).

Em abril, foi identificada diferença significativa entre os cursos hídricos (ANOVA:  $p < 0,05$ ) com a densidade média no rio Guamá (12,2 larvas/100m<sup>3</sup>) maior que no furo da Paciência (2,8 larvas/100m<sup>3</sup>) e no canal do Benedito (2,1 larvas/100m<sup>3</sup>). Entre estes dois últimos cursos hídricos as densidades não sofreram diferenças significativas (*Tukey*:  $p > 0,05$ ) (figura 12c).

Quanto ao mês de julho, semelhante a janeiro, não ocorreu diferença ( $p > 0,05$ ) entre as densidades encontradas no rio Guamá, no furo da Paciência e no canal do Benedito. No rio Guamá registrou-se em média 12,3 larvas/100m<sup>3</sup> e nos demais a densidade média não excedeu 0,5 larvas/100m<sup>3</sup> (figura 12d).

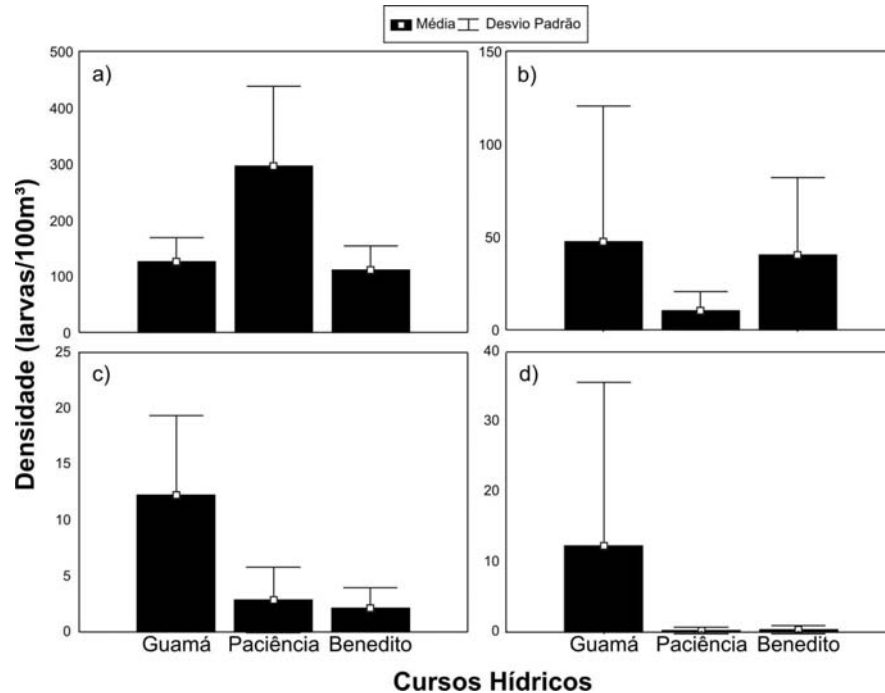


FIGURA 12 - Valores médios e desvios padrões da densidade (larvas/100m<sup>3</sup>) registrados em (a) outubro de 2008, (b) janeiro, (c) abril e (d) julho de 2009, no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito (Belém – PA). Notar que escala difere em cada figura.

Considerando os locais de coleta foi possível distinguir cinco áreas: Leste (G1, G2, B1, B2), Oeste (G4, G3, B4, B3) Norte (P1, P2), Sul (P3, P4) e Meio (G5, B5), de acordo com o mapa apresentado na metodologia (figura 2). Entre estas áreas, no mês de outubro as maiores densidades larvais ocorreram nas áreas Norte (406,9 larvas/100m<sup>3</sup>) e Sul (186,2 larvas/100m<sup>3</sup>) situadas no furo da Paciência. O Leste do rio Guamá concentrou mais larvas (9%) que Leste do canal do Benedito (5%) e o inverso ocorreu no Oeste, onde o rio Guamá apresentou 4% e o canal do Benedito 8% das larvas. Os pontos de coleta localizados em áreas mais profundas no Meio do rio Guamá e do canal do Benedito apresentaram baixas densidades (figura 13a).

Em janeiro, o Leste do rio Guamá e do canal do Benedito se destacaram devido à maior densidade larval que estes apresentaram em relação às outras áreas. Na área Leste 36% das larvas foram capturadas no rio Guamá, e 36% no canal do Benedito. No Oeste a contribuição de larvas foi equilibrada entre o rio Guamá (3%) e o canal do Benedito (4%). No Meio, o rio Guamá obteve destaque com 14% das larvas, enquanto que o canal Benedito concentrou 3%. As áreas Norte e Sul situadas no furo da Paciência somaram neste mês 14% do total larval, com maior densidade ao Norte (figura 13b).

No mês de abril, semelhante a janeiro, o Leste foi responsável pela maior densidade, enquanto que as áreas Oeste e Meio evidenciaram valores intermediários, e as menores densidades foram registradas nas áreas Norte e Sul. O Leste do rio Guamá apresentou maior abundância das larvas (35%), enquanto que o Leste do canal do Benedito representou somente 1%. No Oeste, 19% das larvas ocorreram no rio Guamá e 6% no canal do Benedito. Nas áreas mais profundas localizadas no Meio, 11% das larvas foram capturadas no rio Guamá e somente 9% no canal do Benedito. No furo da Paciência, o Norte (11%) teve contribuição larval igual ao Sul (11%), como observado na figura 13c.

No período final de coleta (julho), o Meio, com 27,1 larvas/100m<sup>3</sup>, apresentou a maior densidade, seguido pelo Leste com 9,6 larvas/100m<sup>3</sup>. O Meio do rio Guamá concentrou 77% das larvas, porém o Meio do canal do Bendito apresentou somente 1%. No Leste, 17% das larvas foram encontradas no rio Guamá e apenas 1% no canal Benedito. No Oeste não ocorreram larvas no canal do Benedito, e o rio Guamá apresentou 4% das larvas de peixe capturadas neste mês. No furo da Paciência a área Sul contribuiu com 1% do total dos indivíduos e não foram encontradas larvas na área Norte (figura 13d).

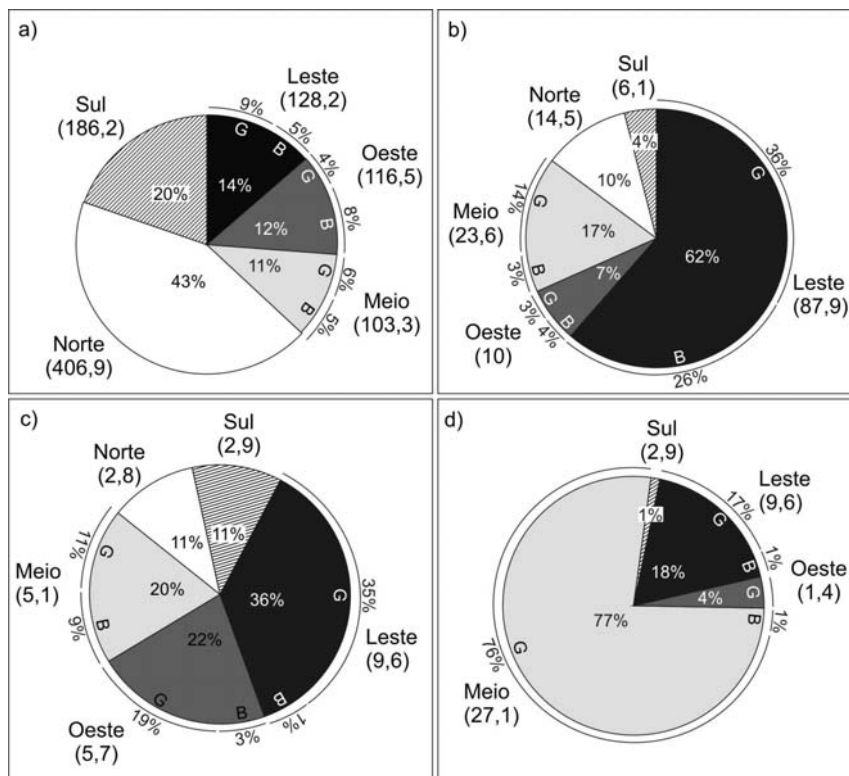


FIGURA 13 - Densidade média larval - entre parêntesis - (larvas/100m<sup>3</sup>) e abundância relativa larval (%) das áreas de coleta nos meses de (a) outubro de 2008, (b) janeiro, (c) abril & (d) julho de 2009. B: canal do Bendito & G: rio Guamá.

### 6.2.2 Composição Taxonômica Larval

A comunidade de larvas de peixe constituída por 4.835 indivíduos, pertencentes às ordens Clupeiformes, Perciformes, Tetraodontiformes e Beloniformes, esteve distribuída em seis famílias (Clupeidae, Engraulidae, Sciaenidae, Carangidae, Hemiramphidae e Tetraodontidae), com a identificação de três espécies (tabela 3). Os Clupeiformes dominaram a área de estudo representando 93% das larvas, enquanto que os Perciformes, Tetraodontiformes e Beloniformes somaram os 7% restantes.

No mês de outubro a família Clupeidae dominou, com quase 48% do total das larvas e nas demais ocasiões de coleta a família Engraulidae foi responsável pelas maiores abundâncias. A família Sciaenidae foi abundante em outubro e nos outros meses ocorreu esporadicamente. As famílias Carangidae, Hemiramphidae e Tetraodontidae unidas representam menos de 1% do total das larvas encontradas no mês de outubro. Com exceção da Tetraodontidae, as outras duas famílias não foram encontradas nos demais meses de amostragem.

É importante ressaltar que a não-identificação até o nível de família dos Clupeiformes capturados nos meses de janeiro, abril e julho, ocorreu em razão do estado deteriorado no qual as larvas se encontraram.

TABELA 3 - Composição taxonômica e abundância relativa (%) das larvas de peixe capturadas na área de estudo nos meses de outubro/08, janeiro, abril e julho/09. N.I = indivíduos não identificados.

Meses	Ordem	Família	Espécie	Abundância (%)
<b>Outubro (2008)</b>	CLUPEIFORMES	Clupeidae	N.I	47,88
		Engraulidae	N.I	42,57
	PERCIFORMES	Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	9,37
		Carangidae	<i>Oligoplites palometa</i>	0,06
	TETRAODONTIFORMES	Tetraodontidae	<i>Colomesus asellus</i>	0,09
BELONIFORMES	Hemiramphidae	N.I	0,03	
<b>Janeiro (2009)</b>	CLUPEIFORMES	Clupeidae	N.I	35,3
		Engraulidae	N.I	60,2
	PERCIFORMES	N.I	-	3,9
		Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	0,5
	TETRAODONTIFORMES	Tetraodontidae	<i>Colomesus asellus</i>	0,1
<b>Abril (2009)</b>	CLUPEIFORMES	Clupeidae	N.I	44
		Engraulidae	N.I	52
		N.I	-	3
	PERCIFORMES	Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	1
<b>Julho (2009)</b>	CLUPEIFORMES	Clupeidae	N.I	7
		Engraulidae	N.I	74
		N.I	-	17
	TETRAODONTIFORMES	Tetraodontidae	<i>Colomesus asellus</i>	2

No que diz respeito à distribuição das famílias entre os cursos hídricos, em outubro foi observada uma predominância da família Engraulidae no rio Guamá (57,5%), enquanto que no canal do Benedito e no furo da Paciência os indivíduos pertencentes à família Clupeidae foram mais abundantes e contribuíram respectivamente com 46,9% e 54,3%. Ainda em outubro, a família Sciaenidae representou 20,5% dos indivíduos encontrados no canal Benedito, porém foi menos abundante no furo da Paciência e no rio Guamá. A família Carangidae ocorreu somente no rio Guamá com abundância de 0,2% das larvas. Baixos valores de abundância foram registrados para as famílias Tetraodontidae e Hemiramphidae que contribuíram com 0,5% dos indivíduos coletados no canal Benedito. As últimas três famílias citadas não ocorreram no furo da Paciência (figura 14).

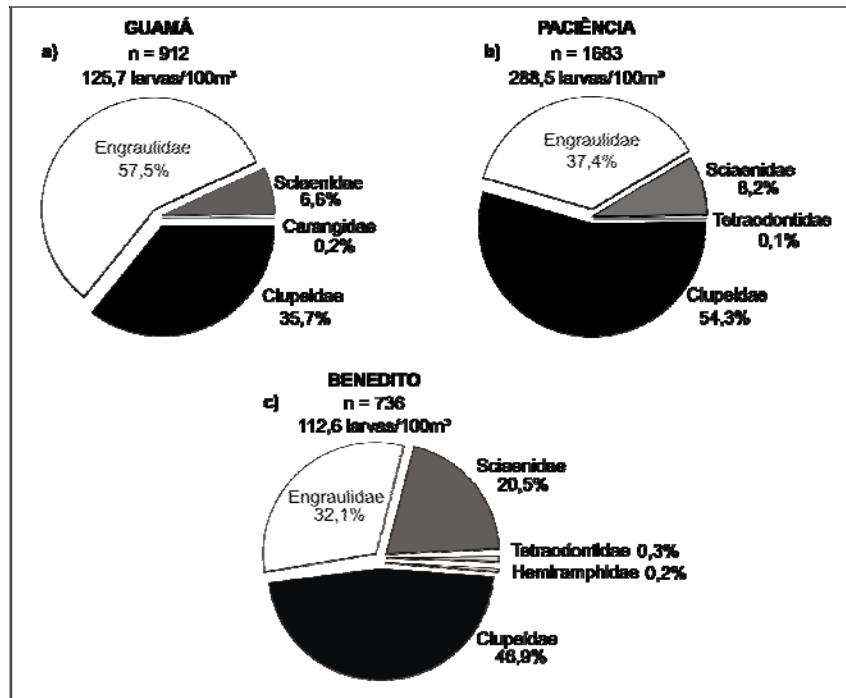


FIGURA 14 - Número das larvas, densidade total (larvas/100m<sup>3</sup>) e abundância relativa (%) das famílias encontradas em outubro de 2008 no (a) rio Guamá, (b) furo da Paciência & no (c) canal do Benedito – Belém (PA).

Em janeiro, a distribuição relativa dos grupos taxonômicos mudou e a família Engraulidae teve a maior contribuição em todos os cursos hídricos, representando 49%, 70% e 69% do total das larvas no rio Guamá, no canal do Benedito e no furo da Paciência, respectivamente. A abundância relativa da família Sciaenidae diminuiu em relação ao período anterior, representando no rio Guamá e no furo da Paciência somente 1% dos indivíduos coletados. Os indivíduos da família Tetraodontidae apresentaram menor abundância (0,2%) entre todas as famílias, sendo encontrados apenas no canal do Benedito. Os Clupeiformes não identificados ao nível de família representaram 5% dos indivíduos no rio Guamá, 8% no furo da Paciência, e 1,8% no canal do Benedito (figura 15).



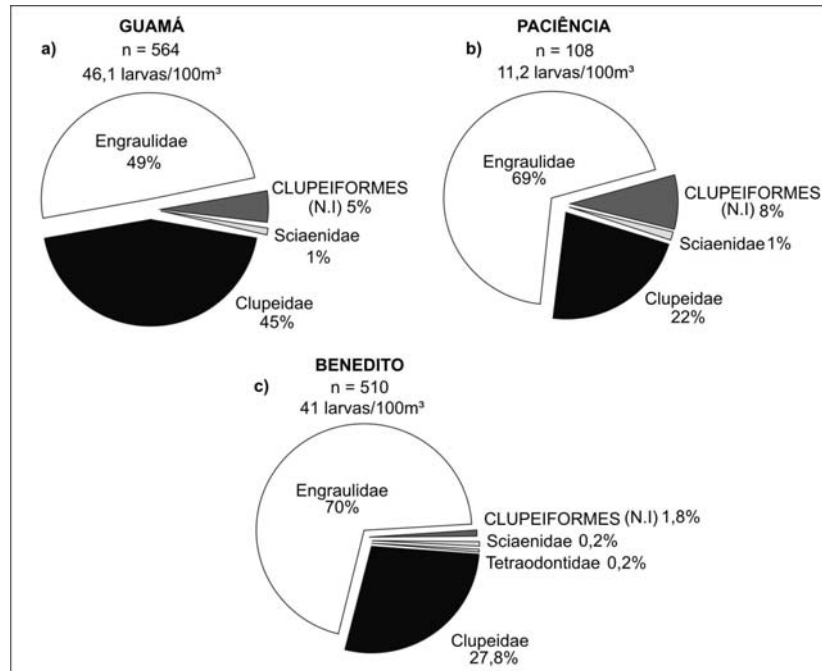


FIGURA 15 - Número das larvas, densidade total (larvas/100m<sup>3</sup>) e abundância relativa (%) dos grupos taxonômicos encontrados em janeiro de 2009 no (a) rio Guamá, (b) furo da Paciência & no (c) canal do Benedito – Belém (PA). N.I = larvas não identificadas ao nível de família.

Em abril, no canal do Benedito e no furo da Paciência as larvas pertencentes à família Engraulidae foram mais abundantes com 72% e 59% do total dos indivíduos, respectivamente. No rio Guamá a abundância das famílias Clupeidae e Engraulidae foram semelhantes, contribuindo cada uma com 48% das larvas capturadas. Os indivíduos da família Sciaenidae foram registrados nesta ocasião somente no canal do Benedito, onde representaram 4% das larvas. Não foi possível a identificação ao nível de família de 4% das larvas encontradas no rio Guamá (figura 16).

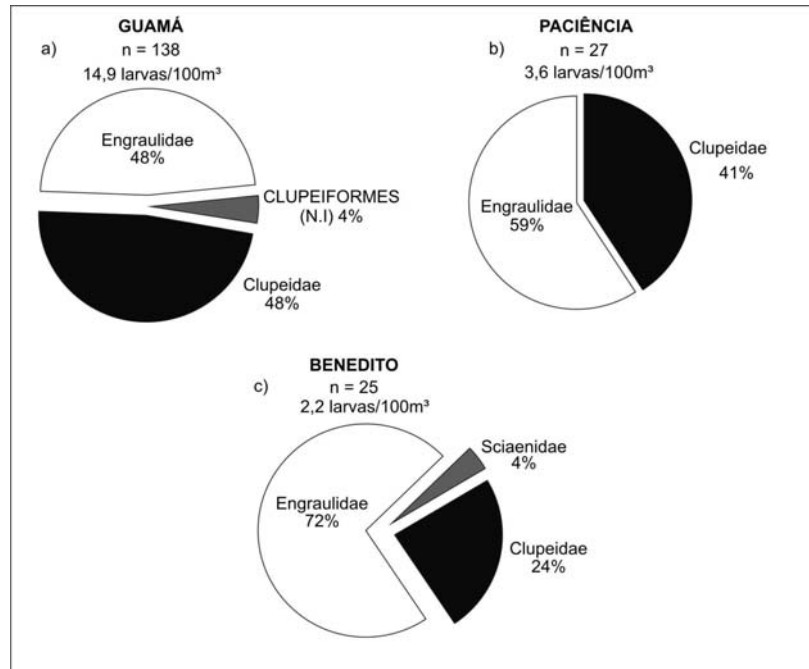


FIGURA 16 - Número das larvas, densidade total (larvas/100m<sup>3</sup>) e abundância relativa (%) dos grupos taxonômicos encontrados em abril de 2009 no (a) rio Guamá, (b) furo da Paciência & no (c) canal do Benedito – Belém (PA). N.I = larvas não identificadas ao nível de família.

No mês de julho, a composição taxonômica no rio Guamá foi dominada pela família Engraulidae, diferente da família Tetraodontidae que contribuiu com 2% das larvas. Ainda neste curso hídrico, não foi possível realizar a identificação de 17% dos indivíduos. No furo da Paciência ocorreu uma larva da família Engraulidae e uma larva da família Clupeidae. No canal do Benedito dois indivíduos representaram a família Engraulidae. Dos outros dois indivíduos coletados ainda no canal do Benedito, um foi classificado como Clupeidae e o outro não foi identificado ao nível de família (figura 17).

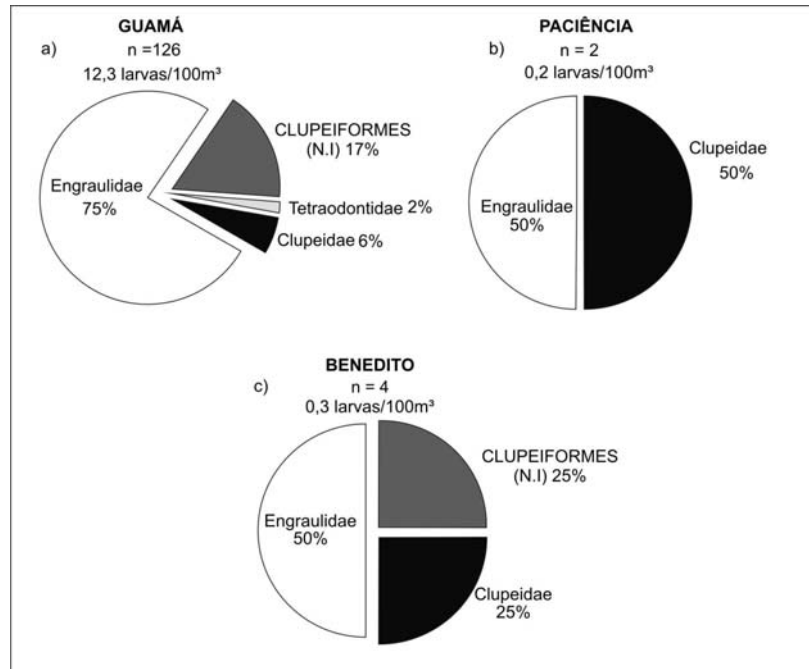


FIGURA 17 - Número das larvas, densidade total e abundância dos grupos taxonômicos encontrados em julho de 2009 no rio (a) Guamá, furo da (b) Paciência & no canal do (c) Benedito – Belém (PA). N.I = larvas não identificadas ao nível de família.

### 6.2.3 Estágios de Desenvolvimento Larval

Nos quatro períodos de estudo, com exceção do estágio vitelino, os outros estágios ontogênicos foram identificados. As densidades médias dos estágios larvais variaram significativamente (ANOVA:  $p < 0,01$ ) e as diferenças ocorreram devido à maior densidade do estágio de pré-flexão (40,4 larvas/100m³), em comparação aos estágios de flexão (10,5 larvas/100m³) e pós-flexão (2,6 larvas/100m³). O estágio de flexão também apresentou diferença significativa em relação ao estágio de pós-flexão (Tukey:  $< 0,05$ ), conforme observado na figura 18.

O padrão estatístico, descrito a cima, pertinente aos estágios de desenvolvimento larval foi identificado no mês de outubro (ANOVA:  $p < 0,01$ ), no entanto nos demais meses amostrados as densidades dos estágios ontogênicos não demonstraram diferenças significativas (ANOVA:  $p < 0,05$ ), logo observado na figura 19.

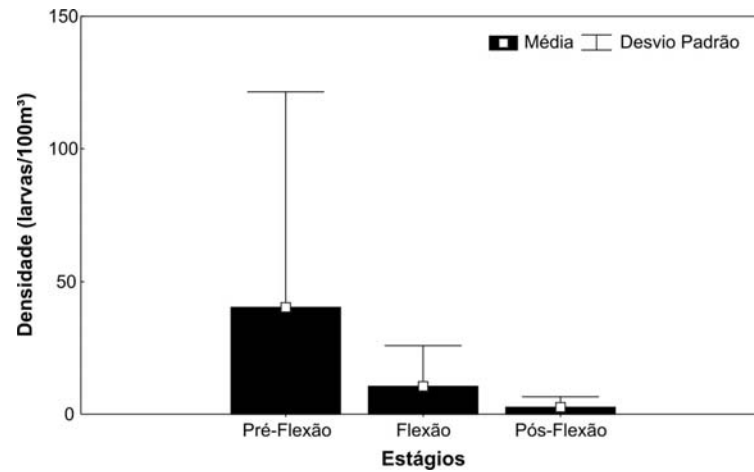


FIGURA 18 - Valores médios e desvios padrões da densidade (larvas/100m<sup>3</sup>) dos estágios de desenvolvimento larval, registrados na área de estudo reunindo todos os meses de coleta.

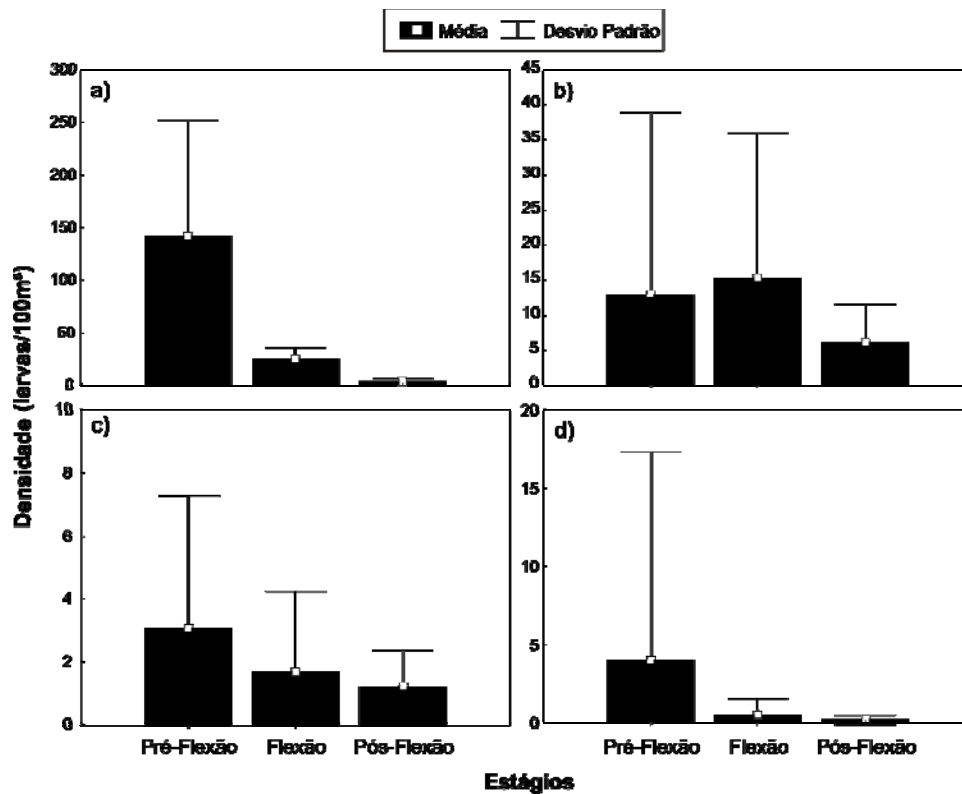


FIGURA 19 – Valores médios e desvios padrões da densidade (larvas/100m<sup>3</sup>) dos estágios de desenvolvimento larval registrados em (a) outubro de 2008, (b) janeiro (c) abril & (d) julho de 2009, no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito (Belém-PA). Notar que a escala difere em cada figura.

Ainda em outubro, as diferenças estatísticas entre os estágios de desenvolvimento se repetiram (ANOVA:  $p < 0,01$ ) no rio Guamá, no furo da Paciência e no canal do Benedito. Por outro lado, nos meses de janeiro, abril e julho as análises estatísticas efetuadas não

apontaram nenhuma diferença (ANOVA:  $p > 0,05$ ) entre as densidades por faixa ontogênica dentro de cada curso hídrico (figura 20).

Em termos de abundância, no mês de outubro, a distribuição dos estágios larvais foi caracterizada pela dominância do estágio de pré-flexão, com mais de 60% das larvas neste estágio em todos os locais de coleta. O estágio de flexão ocorreu em todos os locais, porém em menores proporções. O estágio de pós-flexão em geral apresentou ínfimas abundâncias e não foi observado Meio do rio Guamá e no Norte do furo da Paciência (figura 21a).

No mês de janeiro em quase todos os locais de coleta o estágio de flexão foi mais abundante, com exceção do Leste (53%) e Meio (43%) do rio Guamá, locais que predominou o estágio de pré-flexão. No Sul do furo da Paciência houve maior ocorrência das larvas em pós-flexão (52%), conforme a figura 21b.

Em abril, comparado aos meses amostrados anteriormente, existiram maiores discrepâncias entre as densidades dos estágios larvais nos locais de coleta. O Leste e o Oeste do rio Guamá apresentaram maiores abundâncias do estágio de pré-flexão e menores de pós-flexão. No canal do Benedito o estágio de pós-flexão foi mais abundante no Leste e no Meio. No lado Norte do furo da Paciência predominou o estágio de pré-flexão, e no Sul ocorreu um equilíbrio entre os estágios de flexão e de pós-flexão (figura 21c).

No mês de julho, a abundância dos estágios ontogênicos entre as locais de coleta também variou. No Leste do rio Guamá foi registrada a maior abundância dos estágios de pré-flexão (46%) e flexão (36%). No Meio do rio Guamá quase todos os indivíduos foram registrados em pré-flexão (96%). No Leste do Benedito, as três larvas capturadas foram proporcionais aos três estágios de desenvolvimento. As duas larvas encontradas no Sul do furo da Paciência foram classificadas uma em pré-flexão e a outra em flexão (figura 21d).

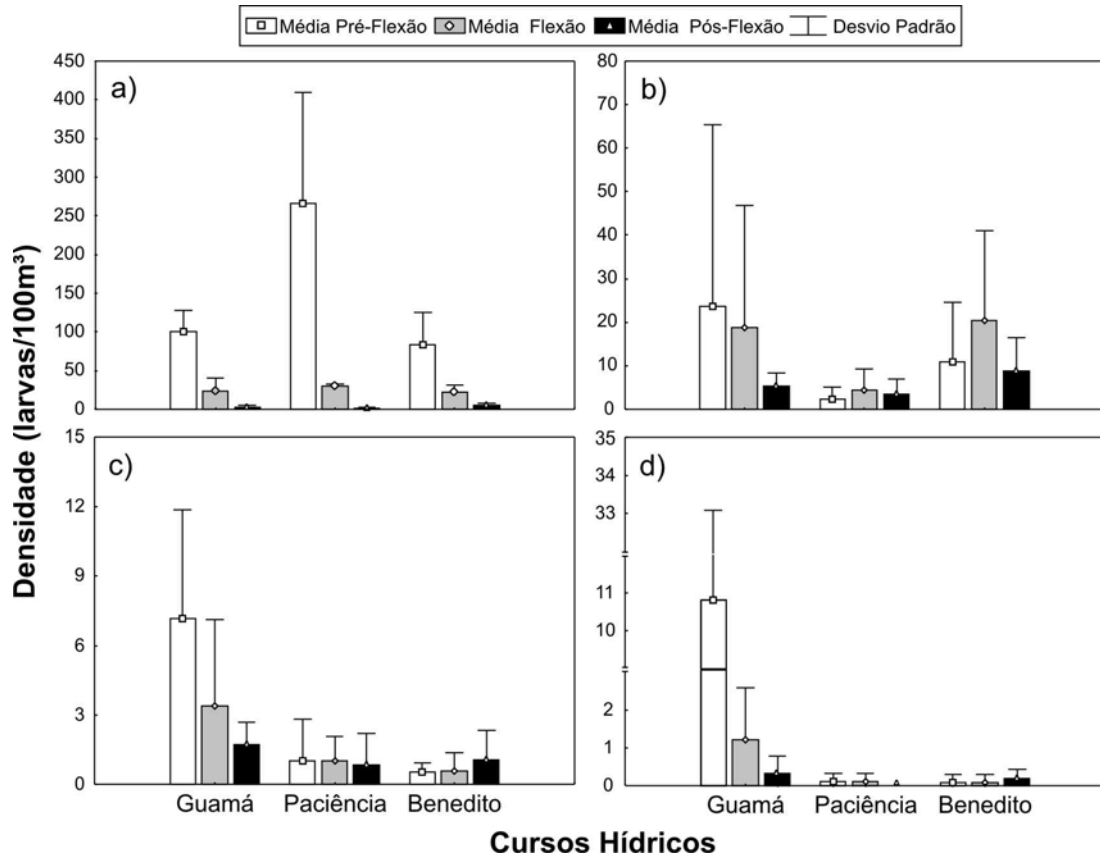


FIGURA 20 - Valores médios e desvios padrões da densidade (larvas/100m<sup>3</sup>) dos estágios de pré-flexão, flexão e pós-flexão registrados em (a) outubro de 2008, (b) janeiro (c) abril & (d) julho de 2009, no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito (Belém-PA). Notar que a escala difere em cada figura.

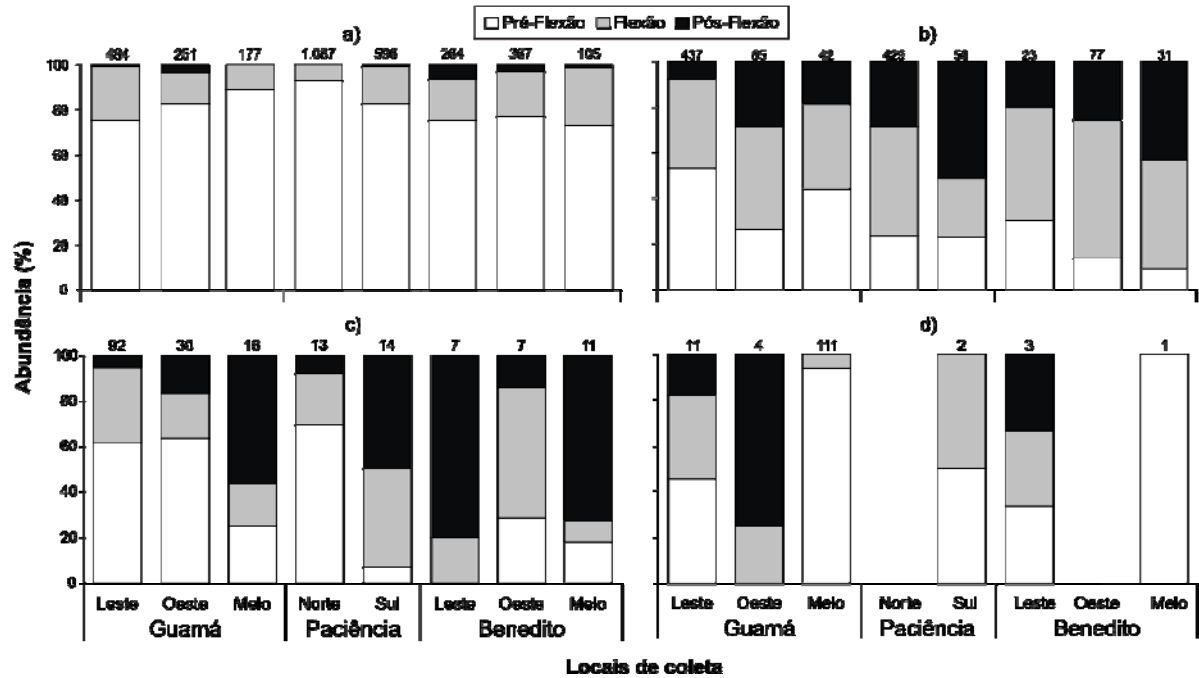


FIGURA 21 - Abundância Relativa (%) dos estágios de desenvolvimento nos locais de coleta em (a) outubro de 2008, (b) janeiro, (c) abril & (d) julho de 2009. No topo das barras destacam-se o número de larvas capturadas por local de coleta no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito.

Quanto aos grupos taxonômicos por estágios ontogênicos, em outubro as famílias menos abundantes, Carangidae, Hemiramphidae e Tetraodontidae, foram encontradas no estágio de pós-flexão. Logo, as famílias mais abundantes nos três cursos hídricos, Clupeidae e Engraulidae, apresentaram a maioria de suas larvas no estágio de pré-flexão. Os indivíduos pertencentes à família Sciaenidae neste mês foram todos registrados em pré-flexão (figura 22a).

No mês de janeiro a família Clupeidae teve maiores abundâncias dos estágios de pré-flexão (57%) e flexão (40%), diferente da família Engraulidae que teve maior contribuição das larvas em flexão (50%), seguido pelo estágio de pós-flexão (28%). Entre os seis indivíduos representantes da família Sciaenidae, 83% foram registrados em pós-flexão e o restante no estágio de pré-flexão. O único Tetraodontidae encontrado estava no estágio de pós-flexão. A maioria (70%) dos Clupeiformes não identificados ao nível de família ocorreu no estágio de pré-flexão (figura 22b).

No mês de abril, os indivíduos representantes da família Clupeidae foram notados, 55% em pré-flexão, 39% em flexão e os demais no estágio de pós-flexão. A diferença entre pré-flexão e pós-flexão foi menor para a família Engraulidae, que obteve 46% dos indivíduos em pré-flexão e 30% em pós-flexão. O único Sciaenidae encontrado e os Clupeiformes não identificados estavam em pré-flexão (figura 22c).

No último período de coleta, os representantes da família Clupeidae somaram 44% das larvas em pré-flexão e pós-flexão, contudo a maior abundância foi encontrada para estágio de flexão (56%). A família Engraulidae teve maior ocorrência das larvas em pré-flexão (87%) e menores para os estágios de flexão e pós-flexão. Entre as duas larvas identificadas como Tetraodontidae uma estava em pré-flexão e a outra em flexão. Já os Clupeiformes não identificados ao nível de família foram registrados todos em pré-flexão (figura 22d).

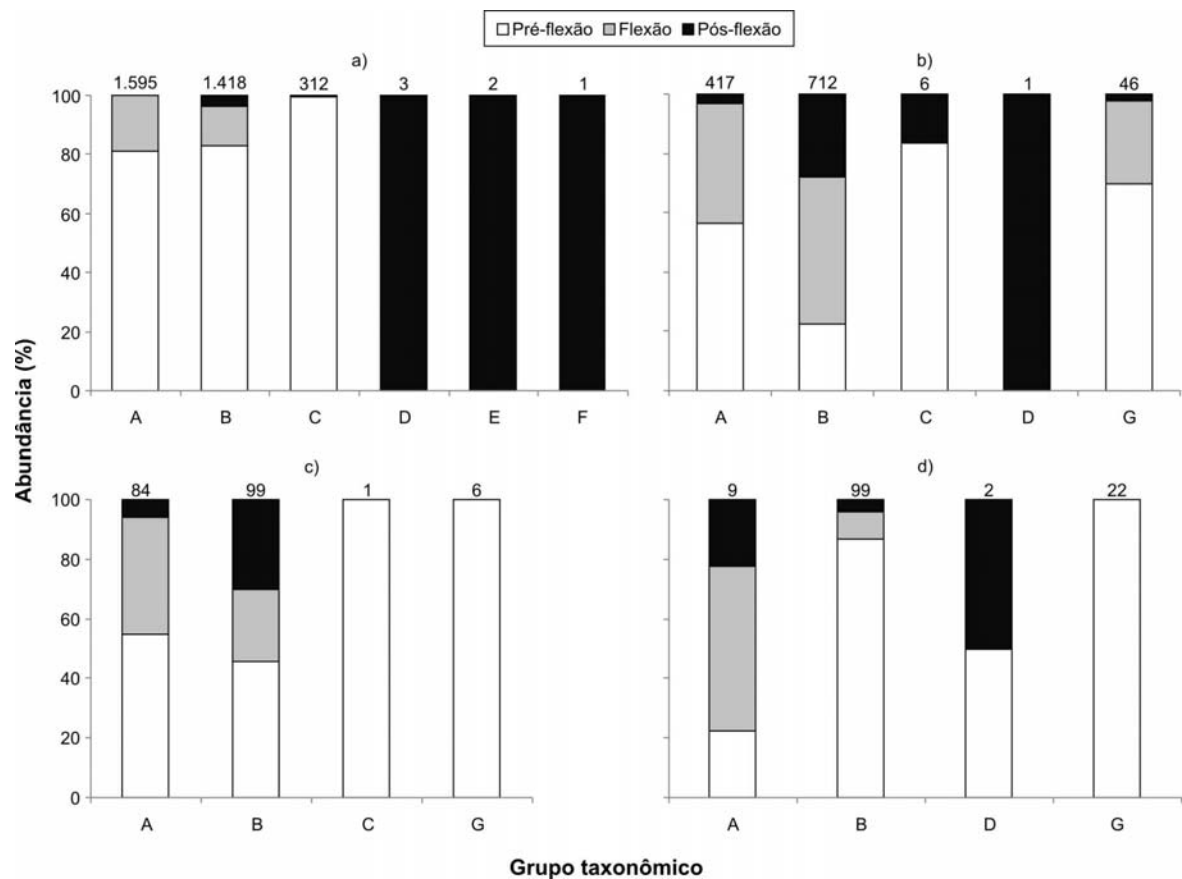


FIGURA 22 - Abundância Relativa (%) dos estágios de desenvolvimento dos grupos taxonômicos encontrados nos locais de estudo em (a) outubro de 2008, (b) janeiro, (c) abril & (d) julho de 2009. A: Clupeidae; B: Engraulidae, C: Sciaenidae, D: Tetraodontidae, E: Carangidae, F: Hemiramphidae & G: Clupeiformes não identificados ao nível de família. No topo das barras destacam-se o número de larvas por grupo taxonômico.

#### 6.2.4 Análise Integrada das Variáveis Bióticas

Os derivados da análise dos componentes principais explicaram 88,1% da variabilidade total dos dados bióticos, por meio dos dois primeiros componentes. O primeiro eixo cujo autovalor foi de 0,79 correspondeu a 79,2% da variabilidade, e o segundo eixo com o autovalor de 0,09 representou 8,9% dessa variação. Todas as variáveis bióticas estiveram



correlacionadas à parte positiva do primeiro eixo, onde os mais representativos foram os indivíduos em pré-flexão das três famílias consideradas, seguido pelo estágio de flexão (Engraulidae e Clupeidae). No segundo eixo, os indivíduos no estágio de pós-flexão das famílias Engraulidae e Clupeidae exibiram melhores participações positivas (1,6 e 1,0, respectivamente).

A análise evidenciou uma diferenciação dos estágios de desenvolvimento larval pertinente aos meses amostrados. Todos os pontos de coleta referentes ao mês de outubro exibiram uma correlação positiva com o estágio de pré-flexão dos indivíduos das três principais famílias relatadas, e com o grau ontogênico, flexão, dos indivíduos das famílias Engraulidae e Clupeidae.

Em janeiro, a comunidade ictioplanctônica se diferenciou das demais, contendo mais especificamente larvas no estágio de flexão e pós-flexão. As comunidades larvais em abril e julho demonstraram certa homogeneidade tanto espacial quanto temporal, com quase todas as estações aglomeradas do lado negativo do primeiro eixo e não evidenciaram fortes associações ao conjunto de variáveis bióticas. Quanto aos cursos hídricos e aos locais de amostragem não prevaleceram padrões de associação entre as famílias e os estágios ontogênicos. No entanto, é notado que a maior disparidade dentro de um mesmo curso hídrico foi observada para o furo da Paciência (figura 23).

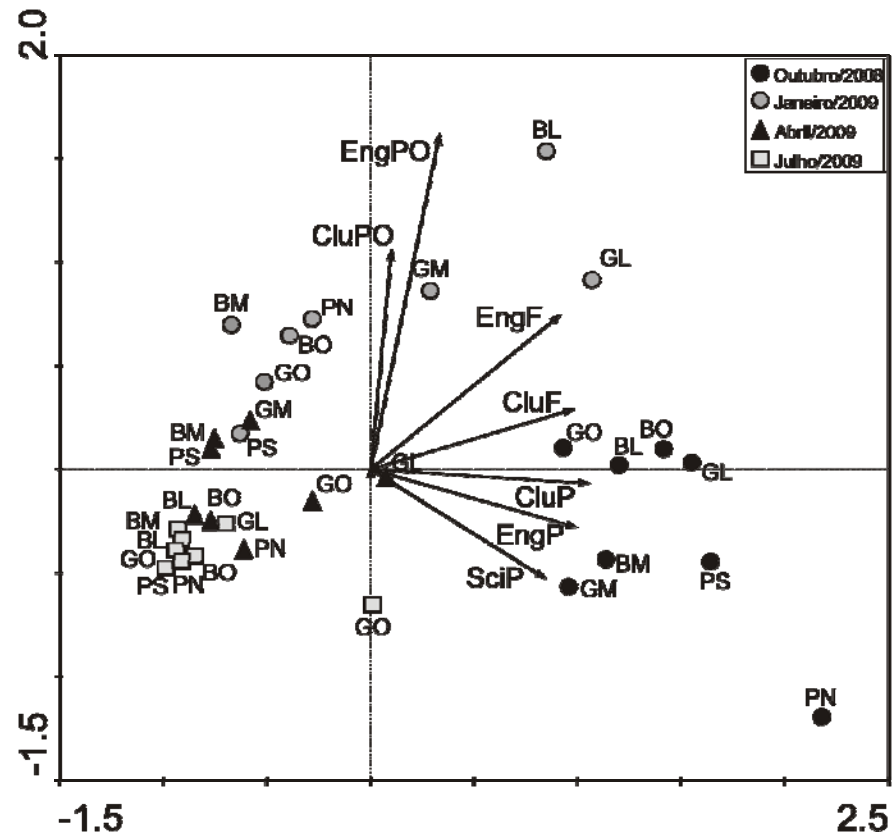


FIGURA 23 - Agrupamento dos locais de coleta através da Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis bióticas, discriminando os locais no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito, amostrados em outubro de 2008, janeiro, abril e julho de 2009. As famílias e os estágios de desenvolvimento estão indicados pelos códigos de letras: CluP: Clupeidae Pré-flexão; CluF: Clupeidae Flexão; CluPO: Clupeidae Pós-flexão; EngP: Engraulidae Pré-flexão; EngF: Engraulidae Flexão; EngPO: Engraulidae Pós-flexão; SciP: Sciaenidae: Pré-flexão. Os locais de coleta estão indicados pelos códigos de letras: GL: Guamá Leste; GM: Guamá Meio; GO: Guamá Oeste; BL: Benedito Leste; BM: Benedito Meio; BO: Benedito Oeste; PN: Paciência Norte; PS: Paciência Sul.

### 6.2.5 Índices Ecológicos

O Índice de diversidade de Shannon teve seu valor mais elevado em outubro (0,95) e menor em julho (0,37). A equitabilidade de Pielou apresentou valor mínimo em julho (0,33) e máximo no mês de abril (0,65), de acordo com a figura 24. Avaliando os índices em função dos cursos hídricos, nota-se que a equitabilidade de Pielou apresentou seus valores aproximados no canal do Benedito (0,62) e no furo da Paciência (0,65), porém a menor equitabilidade foi registrada no rio Guamá (0,45). Quanto ao Índice de Shannon a diversidade decresceu na ordem Benedito, Paciência e Guamá (figura 25).

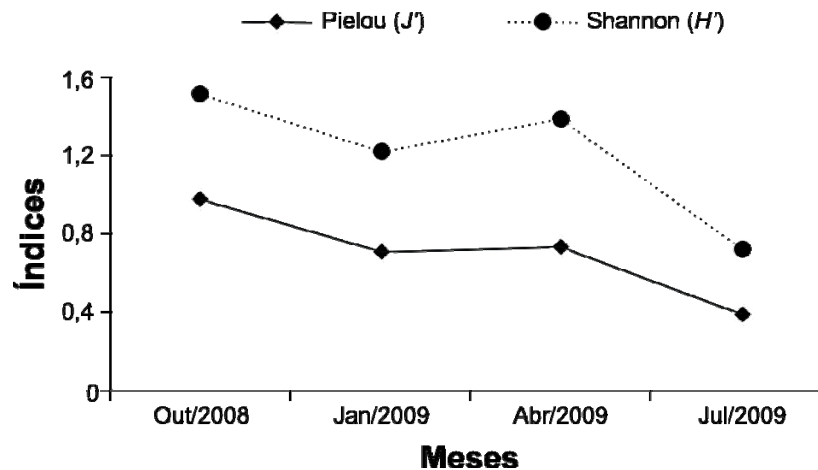


FIGURA 24 - Variação dos índices ecológicos obtidos em cada mês de coleta.

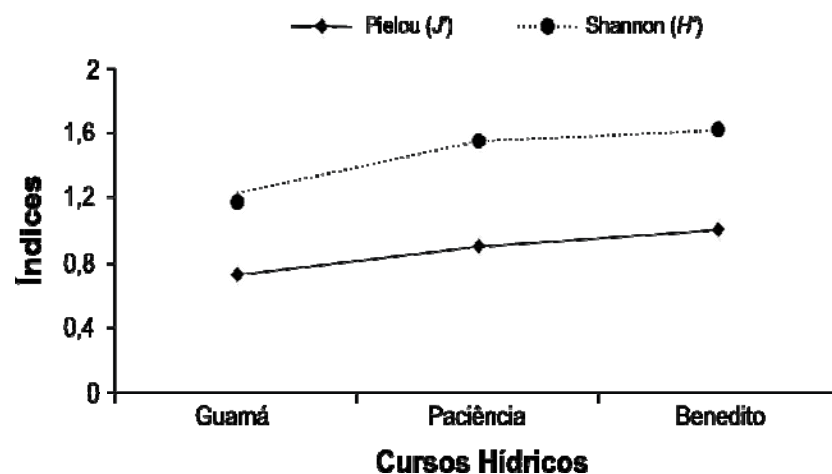


FIGURA 25 - Variação dos índices populacionais obtidos no rio Guamá, furo da Paciência e no canal do Benedito (Belém – PA).

### 6.3 Análise de Redundância

A análise de redundância aplicada às matrizes dos dados bióticos e ambientais resultou na explicação de 33,2% da variação dos dados baseada nos dois primeiros componentes, não considerando as variáveis ambientais. O primeiro eixo composto pelo explicou 31,1 da variabilidade, desconsiderando as variáveis ambientais, enquanto que o segundo eixo correspondeu a 2,1% da variação. Por outro lado as variáveis ambientais explicaram 36,6% da variação, sendo que deste valor 85% é referente ao primeiro eixo e 5,9% ao segundo eixo (figura 26).

O lado negativo do primeiro eixo reuniu todas as variáveis bióticas, porém na codificação destas os estágios de pré-flexão e flexão das famílias Clupeidae e Engraulidae foram os mais representativos. No segundo eixo, positivamente, destacaram-se os indivíduos em pré-flexão das famílias Sciaenidae (0,56) e Clupeidae (0,09), no lado oposto do eixo, o estágio de pós-flexão da família Engraulidae (- 1,18) e Clupeidae (- 0,68) expressaram melhores correlações.

Quanto às variáveis ambientais, no primeiro eixo a velocidade da corrente (0,35) foi a variável mais representativa positivamente, porém do lado negativo a direção da corrente exibiu melhor correlação. O segundo componente da análise congregou quase todas as variáveis ambientais e apresentou melhor correlação negativa com a velocidade da corrente (- 0,36).

A análise de redundância agrupou as famílias mais abundantes do estudo de acordo com os estágios ontogênicos. A direção da corrente prevaleceu na associação entre os indivíduos em pré-flexão e flexão das três famílias. No entanto, entre estas, a família Sciaenidae esteve menos associada à variável direção da corrente.

A velocidade da corrente constituiu um dos fatores abióticos com melhor associação aos indivíduos no estágio de pós-flexão (Engraulidae e Clupeidae). As demais variáveis ambientais exibiram baixas correlações as variáveis bióticas.

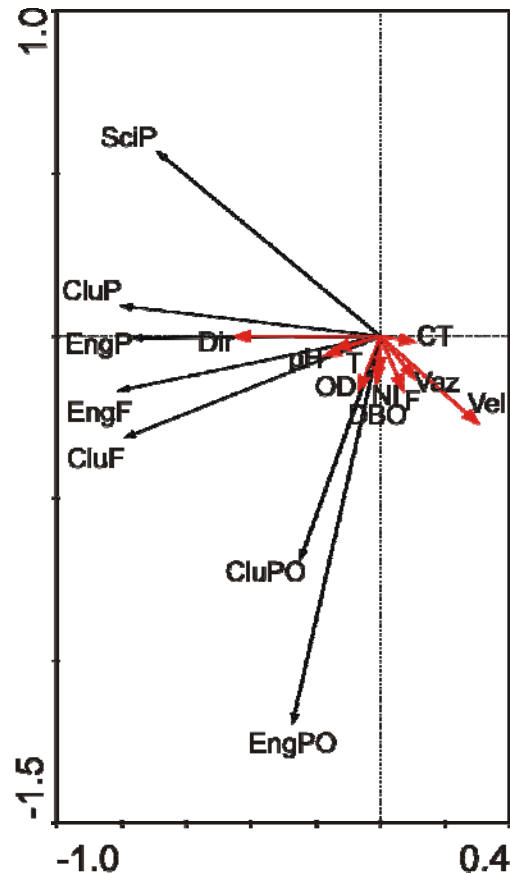


FIGURA 26 - Ordenação com base na análise de redundância para os fatores bióticos e ambientais, mostrando o primeiro e o segundo eixo canônico. As famílias e os estágios de desenvolvimento estão indicados pelos códigos de letras: CluP: Clupeidae Pré-flexão; CluF: Clupeidae Flexão; CluPO: Clupeidae Pós-flexão; EngP: Engraulidae Pré-flexão; EngF: Engraulidae Flexão; EngPO: Engraulidae Pós-flexão; SciP: Scianidae Pré-flexão. As variáveis ambientais são indicados pelos códigos de letras: CT: Coliformes Totais; DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio; D: Direção; F: Fosfato; N: Nitrito; OD: Oxigênio Dissolvido; pH: Potencial Hidrogeniônico; T: Temperatura; Vaz: Vazão; Vel: Velocidade.

## 6.4 Furo da Paciência

### 6.4.1 Hidrodinâmica

A partir dos resultados hidrodinâmicos relativos à coleta extra, realizada no furo da Paciência ao longo de dez horas, foi possível distinguir três etapas de processos hidrodinâmicos em função da variação do nível da água (amplitude de maré) e seus respectivos horários (figura 27).

Na primeira etapa e início da segunda, no período incluído aproximadamente entre às 09h00min e 11h00min, a vazão aumentou tanto do lado do rio Guamá (Paciência Norte) quanto do lado do canal do Benedito (Paciência Sul), caracterizando o início da enchente. Nesta, a vazão foi mais acentuada e gradual do lado do rio Guamá e demorou por volta de duas horas para atingir seu máximo, enquanto que do lado do canal do Benedito o início da vazão foi mais tardio, porém em torno de uma hora atingiu o valor máximo.

A segunda etapa marca a virada da maré, caracterizada por uma diminuição abrupta da vazão em ambas as direções sendo essa mais drástica do lado do canal do Benedito (valor mínimo por volta de  $5\text{m}^3/\text{s}$ ) limitando a movimentação da água pelo lado do rio Guamá (mínimo aproximadamente de  $20\text{m}^3/\text{s}$ ).

A terceira etapa define o período de maré vazante. Durante este período a vazão voltou a aumentar em ambas as extremidades do furo, sendo o aporte de água maior pelo lado do rio Guamá (excedendo o valor registrado na primeira etapa) ao contrario do observado na primeira etapa, onde os valores máximos das duas vazões foram similares. A vazão diminuiu simultaneamente do lado do rio Guamá e do canal do Benedito atingindo um valor próximo de zero às 18h.

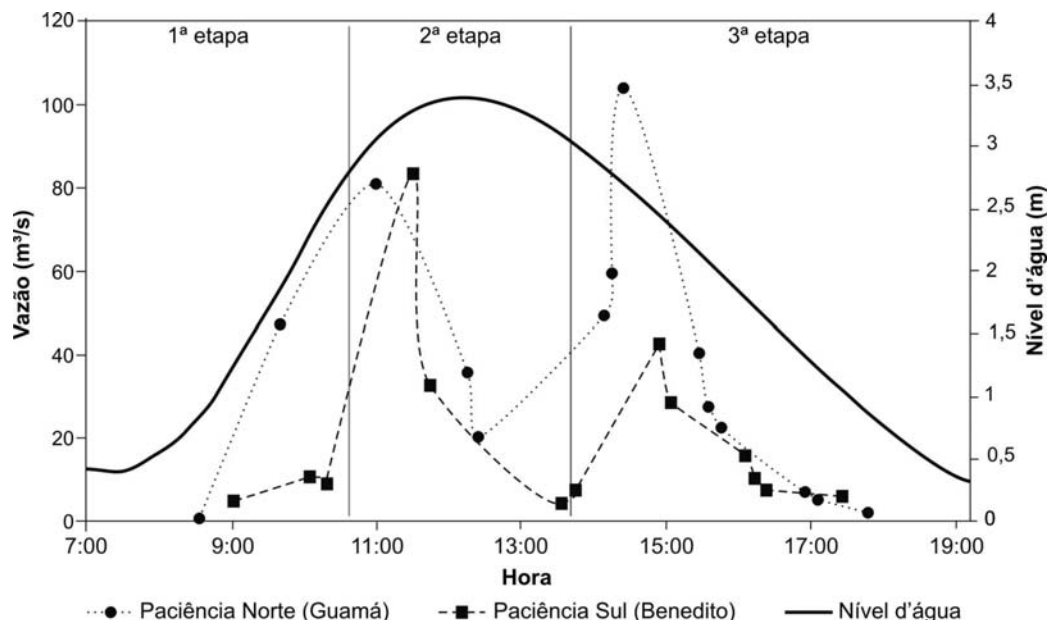


FIGURA 27 - Nível d'água (m) representando as duas marés e a vazão ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) nas desembocaduras do furo da Paciência (em direção ao rio Guamá/Norte e em direção ao canal do Benedito/Sul) no dia 26 de Abril/2009.

#### 6.4.2 A Comunidade de Larvas de Peixe

Nesta coleta extra, no furo da Paciência, foram registradas 148 larvas que correspondeu à densidade total de 8,2 larvas/100m<sup>3</sup>. O período de maré enchente foi quando sucedeu altas densidades larvais, sendo que na maré vazante, ínfimas densidades foram notadas e praticamente não ocorreram larvas (figura 28). Na maré enchente, ocorreram as maiores densidades na área norte do furo da Paciência nos horários de 10h00min (58,1larvas/100m<sup>3</sup>) e 11h00min (34,1 larvas/100m<sup>3</sup>), e um pico de densidade na área sul do Furo as 13h00min (33larvas/100m<sup>3</sup>).

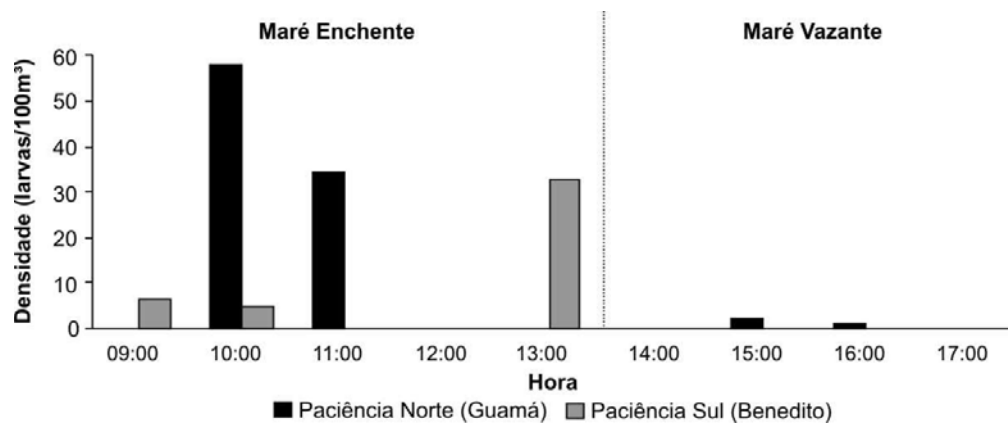


FIGURA 28 - Densidades (larvas/100m<sup>3</sup>) registradas no furo da Paciência na maré enchente e na maré vazante no dia 26 de Abril/2009.

As famílias Clupeidae, Engraulidae, Sciaenidae e Tetraodontidae foram registradas no furo da Paciência e entre estas ocorreu a dominância da família Clupeidae que representou 83% dos indivíduos coletados. A família Engraulidae com 14% foi a segunda mais abundante e as famílias Sciaenidae e Tetraodontidae reuniram 2% do total de acordo com a figura 29.

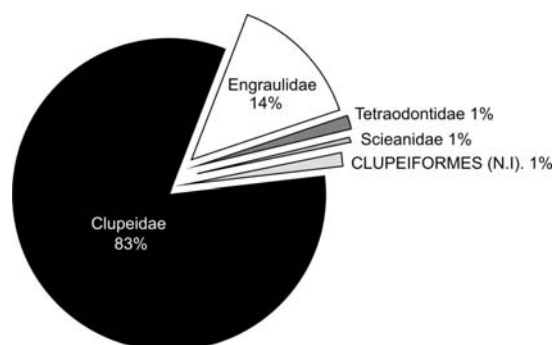


FIGURA 29 - Abundância dos grupos taxonômicos encontrados no dia 26 de Abril/2009, no furo da Paciência - Belém (PA). N.I = larvas não identificadas ao nível de família.

Os estágios de desenvolvimento encontrados não saíram do padrão das outras coletas, sendo: pré-flexão, flexão e pós-flexão. Dentre as larvas coletadas 51% estavam no estágio de pré-flexão, 28% em flexão e 21% em pós-flexão. A família Clupeidae apresentou 52% dos seus indivíduos no estágio de pré-flexão, 41% em flexão e os demais no estágio de pós-flexão. Diferente da família Engraulidae que apresentou maior abundância das larvas em flexão (43%), seguida por pré-flexão (33%) e pós-flexão (24%). Entre os dois indivíduos da família Sciaenidae, um esteve no estágio de pré-flexão e o outro no estágio de flexão. O mesmo ocorreu para os Clupeiformes não identificados ao nível de família. O único representante da família Tetraodontidae esteve no estágio larval de pós-flexão (figura 30).

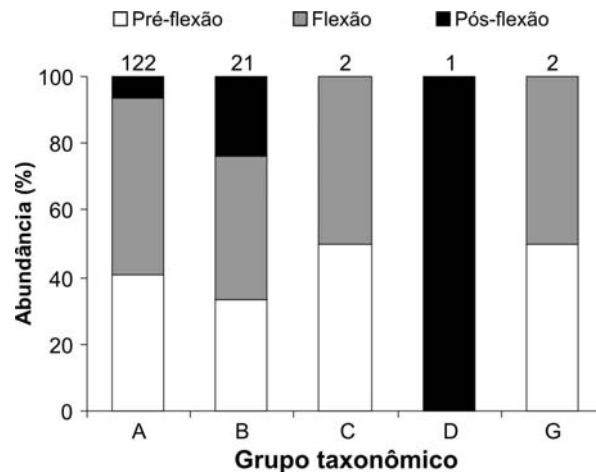


FIGURA 30 – Número de larvas e Abundância relativa (%) dos estágios de desenvolvimento dos grupos taxonômicos encontrados no furo da Paciência no dia 25 de Abril/2009. A: Clupeidae, B: Engraulidae, C: Sciaenidae D: Tetraodontidae & G: Clupeiformes não identificados ao nível de família. No topo das barras destacam-se o número de larvas por grupo taxonômico.



## 7 DISCUSSÃO

No atual estudo, a elevada densidade larval, bem como, à dominância do estágio de pré-flexão ocorreu em outubro/2008, mês referente ao final da estação seca. Os meses sucessivos de amostragem demonstraram uma redução significativa em abundância, principalmente no que diz respeito aos indivíduos no estágio de pré-flexão. Assim o mês de outubro, pode caracterizar uma acentuada atividade reprodutiva na área de estudo. Corroborando com os resultados obtidos por Anunciação (2007) na baía do Guajará, área adjacente ao local do presente estudo. Na análise de outro componente biológico do sistema, Viana (2006) observou elevadas abundâncias de peixes com gônadas maduras e esgotadas, no período seco, ratificando uma maior atividade reprodutiva para a mesma área.

A máxima abundância larval, na presente pesquisa, ocorreu em um período similar ao pico de abundância fitoplanctônica encontrada na baía do Guajará por Paiva (1991), o que pode estar relacionado com o período de descarga mínima do rio Amazonas, por sua vez caracterizado por um período de baixa precipitação (NITTROUER et al., 1995). Neste período na parte interna do estuário, ocorre uma perceptível deposição de nutrientes, bem como a ressuspensão destes (VIANA, 2006), beneficiando assim a produção primária e, conseqüentemente, o incremento de alimento para as larvas de peixe, confirmando então a teoria de “*match/mismatch*” definida por Cushing (1969).

Contudo, esse beneficiamento fitoplanctônico não ocorre no período de chuvas mais intensas, uma vez que estas promovem o aumento da descarga dos rios e o conseqüente transporte de nutrientes às áreas mais externas do estuário, depreciando desta forma o estabelecimento da comunidade fitoplanctônica (PAIVA et al., 2006), assim como, os demais elos tróficos. O aumento da pluviosidade interligada ao início das cheias, como reguladores do processo reprodutivo dos peixes, já foram descritos nos estudos de Oliveira (2000), Lowe-McConnell (1999), Ré (1999) e Vazzoler (1996).

No mês de outubro de 2008 (período seco), o furo da Paciência apresentou a maior densidade ictioplanctônica, sobretudo dos indivíduos no estágio de pré-flexão. Este resultado sugere que este furo pode apresentar particularidades mais favoráveis à sobrevivência de tais larvas, como por exemplo, a maior disponibilidade de alimentos e maior possibilidade de refúgio, justamente por serem áreas mais restritas à ação da correnteza. A elevada densidade larval encontrada no furo da Paciência concorda com os resultados obtidos por Bastos e Saperdonti (trabalho em fase de elaboração) considerando a mesmo local de estudo, o que

aponta a importância dos pequenos cursos hídricos mais protegidos à sobrevivência dos estágios iniciais das larvas de peixe (HUNTER, 1976).

Adicionalmente ao estudo planejado ao furo da Paciência, houve um acréscimo de nove horas de amostragem, no qual ocorreu a maior densidade larval durante o período de maré enchente, apontando que existem mais larvas de peixe adentrando ao furo do que saindo do mesmo, o que pode estar relacionado à permanência das larvas em poços de água das áreas de várzea. Estas áreas de inundação possuem suas funções ecológicas amplamente discutidas na literatura (JUNK et al., 1989; LOWE- MCCONNELL, 1999; MORÁN, 1990; QUEIROZ et al., 2007).

Vale ressaltar que a densidade das larvas de peixe dentro furo da Paciência não apresentaram uma distribuição homogênea, devido uma prevalência das larvas na área Norte. Esta divergência entre as áreas Norte e Sul ocorreu tanto em outubro (2008) quanto em janeiro (2009), mês no qual a densidade das larvas foi significativa em relação aos meses de abril e julho. No entanto, a composição taxonômica larval, ao longo do furo, não apresentou variação, indicando que a elevada densidade registrada, não resulta de uma afinidade específica de alguns *taxa* em relação a condições ambientais particulares.

É mais provável que este padrão notado seja consequência da maior densidade larval encontrada no rio Guamá do que no canal do Benedito, assim teriam mais larvas de peixe transportadas para o furo da Paciência a partir do rio Guamá. Além disso, no furo da Paciência, durante a maré vazante a vazão é mais elevada em direção ao rio Guamá, sugerindo que as larvas de peixe que ocupam o furo seriam transportadas com mais força em direção a extremidade Norte deste furo.

Em segundo instante, a diferença na distribuição de densidade larval, entre os cursos hídricos, não se limitou ao furo da Paciência, visto que o rio Guamá apresentou um agrupamento maior das larvas na área Leste em comparação à Oeste. Neste âmbito é importante destacar que os parâmetros hidrodinâmicos foram indicados como os principais fatores responsáveis pelo agrupamento das áreas de coleta.

Dessa forma, sugere-se que durante a maré vazante, as larvas de peixe são mais abundantes em locais relativamente menos agitados, como a área Leste do rio Guamá, uma vez que a área Oeste, do mesmo rio, pode tornar-se mais agitada devido à influência do fluxo de água oriunda do furo da Paciência.

É notado ainda que a associação entre as larvas de peixe e os parâmetros hidrodinâmicos prevalece para os indivíduos no estágio ontogênico de pós-flexão, pois em estágios mais avançados as larvas de peixe dispõem de maiores habilidades natatórias, as

quais lhes proporcionam uma maior resistência à correnteza. Neste sentido, a ação das forças físicas pode ser modulada pelo próprio indivíduo (BERASATEGUI; ACHA; ARAOZ, 2004).

A coerência da dinâmica da água no furo da Paciência aponta que o influxo de água do rio Guamá é mais relevante para o furo do que o fluxo de água oriundo do canal do Benedito. O que pode ser explicado pela maior vazão que ocorre no rio Guamá, haja vista sua extensão comparada ao canal do Benedito, que apenas sintetiza um braço do rio Guamá.

Ainda nesse sentido, outro fato fundamental a ser considerado é a defasagem entre os períodos de maré enchente e vazante nas desembocaduras do furo da Paciência, isto devido à diferença observada a partir dos dados de vazão registrados na coleta adicional. Este resultado pode indicar que existe certa mistura das águas oriundas do rio Guamá e do canal do Benedito dentro do próprio furo, porém a troca destas massas de água entre o rio Guamá e o canal do Benedito pode ser restrita. Para as larvas de peixe, esta situação, reflete na limitação do transporte ictioplanctônico entre o rio Guamá e o canal do Benedito através do furo da Paciência.

A composição ictioplanctônica esteve constituída por seis famílias, onde houve o domínio dos Clupeiformes, representados pelas famílias Engraulidae e Clupeidae, seguido em menor escala pela família Sciaenidae e com ínfimas densidades das famílias Tetraodontidae, Carangidae e Hemiramphidae. O total de famílias registradas no estudo (6) é inferior quando confrontado aos trabalhos realizados no estuário Amazônico, sobretudo por Barletta-Bergan (2002) com 63, e Palheta (2005) com 11 famílias, ou ainda em estudos procedentes de outras regiões estuarinas do Brasil, entre eles, os trabalhos de Bonecker (1997) com 35, Bonecker et al. (2009) com 45, Ekau et al. (2001) com 22, e Souza (2003) com 19 famílias identificadas. Entretanto, é importante salientar que apesar de existirem diferentes abordagens metodológicas e/ou esforço amostral em escalas espaciais e temporais adotadas por estes autores, a comparação entre o número de famílias encontradas permite inferir que existe uma nítida definição da baixa diversidade das larvas de peixe na área de estudo.

A dominância de poucos grupos taxonômicos é ratificada pelos valores de equitabilidade, explicados pela predominância das famílias Engraulidae e Clupeidae, com menor representatividade das demais famílias. Katsuragawa et al. (1993) argumentam que a dominância de poucos grupos taxonômicos é uma particularidade da comunidade ictioplanctônica. No entanto, a baixa diversidade encontrada no presente estudo diverge com o largo número de *taxa* raros, definido como uma característica peculiar das populações estuarinas (HARRIS; CYRUS, 2000; HARRISON; WHITFIELD, 1990; RAMOS et al., 2005; WHITFIELD, 1999).

A ocorrência das famílias Engraulidae, Clupeidae, Sciaenidae seguem aquelas reportadas por Anunciação (2007) na baía de Guajará, por Barletta-Bergan (1999) no estuário do rio Caeté e por Wanderley (2008) no rio Pará. Segundo Haedrich (1983) e Souza (2003), as famílias Clupeidae, Engraulidae e Sciaenidae estão entre as principais famílias mais abundantes em ecossistemas costeiros tropicais, como estuários, baías e lagunas que constituem áreas propícias para a desova e o recrutamento da ictiofauna. Os autores Joyeux, Pereira e Almeida (2004) ressaltam que a assembléia de larvas de peixe em sistemas estuarinos brasileiros é estruturada pelas famílias Clupeidae, Engraulidae, Sciaenidae e Gobiidae, sendo que somente esta última família não ocorreu na presente pesquisa.

Os Clupeiformes, aqui representados pelas famílias Clupeidae e Engraulidae, são peixes de pequeno porte, formadores de numerosos cardumes com tendência “R” estrategista (PICHLER, 2005), os quais, quando em fase larval, se alimentam tanto de fito quanto de zooplâncton (RÉ, 1999).

A maioria das espécies da família Engraulidae tem habitats marinhos, contudo algumas são capazes de tolerar baixos valores de salinidade e migrar para os rios a fim de desovar (NIZISNKI; MUNROE, 2002). A dominância dos Engraulídeos é explicada devido à exploração máxima destes indivíduos em um ambiente favorável, além de possuírem um ciclo de vida curto, com uma vida planctônica prolongada e uma alta capacidade reprodutiva (KATSURAGAWA et al., 1993; WEISS, 1981), podendo desempenhar um papel fundamental na transferência de energia entre os estuários e zonas costeiras adjacentes (DIEGUES, 1986). Os autores Araujo-Lima e Oliveira (1998) descrevem a família Engraulidae com uma abundância de 37% das larvas de peixe capturadas no rio Solimões/Amazonas. Ainda na região amazônica, Oliveira e Ferreira (2008) destacaram este grupo como constituintes de mais de 50% da comunidade ictioplanctônica no rio Negro.

Os Clupeídeos, grupo que inclui as sardinhas verdadeiras, são peixes de alto valor econômico em todo o mundo (ESPÍRITO SANTO et al., 2005), compondo assim uma das famílias mais abundante em regiões costeiras estuarinas (NEIRA; POTTER; BRADLEY, 1992), apesar disso algumas espécies vivem em água doce durante toda a vida (GAUDANT, 1991). A abundância da família Clupeidae, no atual estudo, esteve de acordo com os trabalhos de Anunciação (2007) na baía de Guajará e Wanderley (2008) no rio Pará, ambos dominados por Clupeídeos, onde a dominância destes indivíduos, segundo Araújo-Lima e Oliveira (1998), pode está relacionado à sua elevada fecundidade.

No atual estudo, a espécie *Plagioscion squamosissimus* (pescada-branca) da família Sciaenidae, apresentou abundância elevada em outubro (final do período seco) com larvas no

estágio de pré-flexão, indicando que esta espécie possui uma época de desova análoga ao dos Clupeídeos e Engraulídeos, o que foi comprovado em função da baixa frequência da espécie nos demais períodos amostrados.

Baumgartner (2001) e Galuch et al. (2003) argumentam que o estágio de desenvolvimento dos peixes e a melhoria das habilidades natatórias em grande parte determinam sua distribuição. Nesse sentido, a ocorrência esporádica das larvas no grau ontogênico mais avançado sugere que esta espécie utiliza a área como berçário e posteriormente migra para outros locais. Tais resultados foram similares aos observados por Anunciação (2007) na baía do Guajará, onde, praticamente, apenas os indivíduos no estágio de pré-flexão foram encontrados e as raras larvas no estágio de pós-flexão foram capturadas na desembocadura de dois rios, indicando que os indivíduos podem usar a força e a nova direção da correnteza para migrar às outras áreas.

A espécie *P. squamosissimus* possui ampla distribuição na América do Sul, incluindo a bacia Amazônica, Paraná, Magdalena/Colômbia, Essequibo/Guiana e bacia do rio Orinoco (BOERGER; KRITSKY, 2002). Apresenta características sedentárias na bacia Amazônica e de pequenas migrações no estuário que variam em função da salinidade (BARTHEM, 1985; PALOMARES, 1991; SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2006). No Pará, o peixe *P. squamosissimus* se destaca por apresentar interesse comercial tanto na pesca estuarina quanto na de água doce, dependendo das áreas estuarinas em certas fases do seu desenvolvimento (CAMARGO, 1999; SANYO TECHNO MARINE, 1998).

A maior parte das larvas pertencentes às famílias Carangidae, Hemiramphidae e Tetraodontidae, aqui consideradas de ocorrências esporádicas, apresentaram-se no estágio de pós-flexão. Indicando que estas famílias têm uma área de reprodução remota ao local de estudo e podem ocasionalmente adentrar o estuário quando dispersas pela correnteza, sobretudo no período de intensa atividade reprodutiva. Estas mesmas famílias foram encontradas com baixa frequência nos estudos de Anunciação (2007) na baía do Guajará e de Wanderley (2008) no rio Pará.

Os estágios de desenvolvimento não evidenciaram nenhum padrão de segregação entre os locais de coleta e os cursos hídricos, no entanto certa separação foi notada ao nível taxonômico no mês de outubro de 2008. Quando a família Clupeidae foi mais abundante no canal do Benedito e no furo da Paciência, enquanto que a família Engraulidae predominou no rio Guamá, o que pode refletir numa redução da competição ao nível taxonômico por espaço ou por alimento (OLIVEIRA; ARAÚJO-LIMA, 1998). Contudo, entre as unidades amostrais

do estudo realizado na baía do Guajará foram identificadas segregações, tanto ao nível taxonômico quanto ontogênico, porém esta última foi mais evidente (ANUNCIACÃO, 2007).

Em geral além da limitada diversidade ictioplanctônica notada, os valores de densidade registrados implicam uma baixa densidade larval quando comparados aos resultados encontrados no estuário do rio Caeté (BARLETTA-BERGAN, 1999), nos estuários dos rios Curuçá e Muriá (PALHETA, 2005) e na baía do Guajará (ANUNCIACÃO, 2007). Desta forma, também apresentaram valores inferiores aos trabalhos de Leite, Silva e Freitas (2006), Araújo-Lima e Oliveira (1998) no rio Amazonas.

A restrita densidade e diversidade ictioplanctônica aqui registrada, considerando os quatro meses estudados, pode estar relacionada principalmente aos baixos valores de salinidade ao longo do ano, por se tratar de um ambiente com grande influência do aporte de água doce (PINHEIRO, 2002; RIBEIRO, 2004), especialmente quando comparada com outras áreas.

Apesar da salinidade não ter sido um parâmetro investigado no atual estudo, esta foi analisada por Monteiro (2006) e Paiva et al. (2006) na baía do Guajará e na foz do rio Guamá, respectivamente, onde estes autores registraram valores mínimos de salinidade, oscilando entre zero e cinco, porém raramente ultrapassando um. A salinidade, neste caso, pode ser um fator limitante tanto para os peixes de água doce, que não podem suportar teores de salinidade maior que zero, quanto para peixes de hábitos marinhos, para os quais a salinidade é muito baixa, conforme Anunciação (2007). Águas com salinidade oscilando entre 0,5 e 5 e com grandes flutuações no nível de maré tornam-se ainda mais inóspitas aos organismos sejam eles de marinha ou de água doce (REMANE; SHILIEPER, 1971).

Na avaliação da ictiofauna local, contemplada no estudo de Viana (2006), foi registrada uma baixa diversidade em relação a outras áreas estuarinas, caracterizadas por maiores valores de salinidade. Pauly (1994) ressalta que em regiões tropicais a salinidade pode ser vista como um dos fatores mais importantes na dinâmica temporal e espacial das comunidades biológicas, porém segundo Odum (1983), a presença e o sucesso dos organismos dependem de uma série de fatores ambientais, assim como, dependem da tolerância dos indivíduos a tais fatores.

Nesse contexto, é importante enfatizar que a densidade larval das águas que margeiam as ilhas do Combu e Murucutu é inferior, principalmente, quando comparada àquela da baía do Guajará (ANUNCIACÃO, 2007), na qual desemboca o rio Guamá. Ambos, a baía do Guajará e rio Guamá, apresentam peculiaridades semelhantes, como a baixa salinidade, sendo assim a distinção mais provável entre a baía do Guajará e as águas que circundam as ilhas do

Combu e Murucutu é a pronunciada atividade antrópica às margens da baía, sobretudo aquelas relacionadas aos despejos domésticos e industriais que resultam no enriquecimento orgânico. Dessa maneira ressalta-se que a qualidade da água, aqui reportada, não pode ser indicada como um fator limitante à abundância das larvas de peixe, pois os resultados dos referidos parâmetros avaliados, na maioria das vezes, estiveram dentro dos valores considerados compatíveis à sobrevivência e ao desenvolvimento larval e/ou não foram fortemente associados à comunidade de larvas de peixe.

Entre estes parâmetros, a temperatura demonstrou uma amplitude típica para região, não havendo variação súbita deste parâmetro, a qual poderia implicar uma variação nas taxas de oxigênio na água (KOUNMUDOUROS et al., 2001; VAZZOLER, 1996) e consequentemente afetar a vida aquática. O pH, ácido, registrado é característico dos rios de águas brancas da Amazônia (JUNK, 1983), sobretudo este parâmetro, de maneira geral, não evidenciou variações fora da faixa considerada suscetível à comunidade biológica ( $< 5,0$  ou  $> 9,0$ ). No que diz respeito às concentrações de oxigênio dissolvido e da demanda bioquímica de oxigênio, apesar de constituírem parâmetros que refletem a presença de matéria orgânica (RIBEIRO, 2002), aqui não demonstraram principais associações à comunidade ictioplanctônica.

Os nutrientes, fosfato e nitrito que apresentaram baixas concentrações ( $< 2$ ), as quais de acordo com o relatado na literatura constituem características naturais destes compostos (RIBEIRO, 2002). No entanto, altas concentrações de nitrito podem refletir a carência de oxigênio e indicar processo poluição recente (BRANCO, 1986). Quanto ao fosfato, um composto, regulador da eutrofização em ambientes de água doce, quando em adições excessivas pode perturbar as condições físico-químicas da água e prejudicar os componentes biológicos do sistema (NORIEGA et al., 2005). Já os coliformes totais, embora representem importantes indicadores de contaminação fecal (AVELINO, 2001; RIBEIRO, 2002), no atual estudo não apresentaram associação direta à comunidade de larvas de peixe.

Portanto, é possível inferir que a qualidade da água ao redor das ilhas do Combu e Murucutu ainda não exerce influência negativa sobre a desova dos peixes, sobretudo em relação às famílias Clupeidae, Engraulidae e Sciaenidae. No entanto, a comunidade larval demonstrou ser governada pela dinâmica local.

## 8 CONCLUSÃO

Baseado no conjunto de dados analisados, que abordou a interação entre a comunidade de larvas de peixe e os fatores ambientais nos cursos hídricos que circundam as ilhas do Combu e Murucutu foi possível concluir que:

- ✓ O período de desova se limitou ao mês de outubro (final do período seco), evento relacionado na literatura à intensa atividade reprodutiva dos peixes durante o período de menor descarga do rio Amazonas;
- ✓ A área de estudo atua como berçário para as larvas das famílias Clupeidae, Engraulidae e Sciaenidae;
- ✓ O ambiente aquático no entorno das ilhas Combu e Murucutu foi caracterizado por uma baixa densidade larval e uma restrita diversidade ictioplanctônica supostamente por ser um ambiente com baixa salinidade;
- ✓ O furo da Paciência obteve destaque por concentrar a maior quantidade de larvas de peixe, sobretudo no estágio de pré-flexão, o que caracteriza a importância de área mais protegida para o ictioplâncton;
- ✓ Entre as variáveis ambientais analisadas, os parâmetros hidrodinâmicos representaram uma associação mais direta com a comunidade larval, fato que foi mais específico nas seguintes circunstâncias:
  - Nas áreas Norte e Sul do furo da Paciência, onde foram notadas divergências em termos de densidade relacionada à diferença entre o fluxo de água transitório no furo a partir do rio Guamá e do canal do Benedito;
  - Na área Leste do rio Guamá, que também demonstrou a preferência das larvas provavelmente por ser uma área menos agitada do que a área Oeste, devido ao fluxo de água oriundo do furo da Paciência;
- ✓ O processo dinâmico do fluxo de água no furo da Paciência indica que existe uma limitação quanto ao transporte das larvas de peixe entre o rio Guamá e o canal do Benedito;
- ✓ Os parâmetros de qualidade da água ainda não representam fatores limitantes para as larvas de peixe.



## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHLSTROM, E. H.; BUTLER, J. L.; SUMIDA, B. Y. Pelagic stromateoid fishes (Pisces, Perciformes) of the Eastern Pacific: kinds, distributions, and early life histories and observations of five of these from the northwest Atlantic. **Bulletin of Marine Science**. 26, 3, p. 285-402, 1976.

ANUNCIÇÃO, E. M. S. **Abundância e riqueza do ictioplâncton da Baía do Guajará (Belém, Pa) em função da qualidade ambiental**. 2007. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2007.

AVELINO, D. B. **Avaliação das condições higiênico-sanitárias durante a ordenha em rebanhos caprinos do município de Afonso Bezerra-RN**. 2001. 57 f. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró/ ESAM, Mossoró/RN, 2001.

ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; DONALD, E. Número de vértebras de Characiformes do rio Amazonas e seu uso na identificação de larvas do grupo. **Acta Amazonica**, v. 18, p. 351-358. 1988.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; OLIVEIRA, E. C. Transport of larval fish in the Amazon. **Journal of Fish Biology**, v. 53, p. 297–306, 1998.

ARTHUR, J. F.; BALL, M. D.; BAUGHMAN, M. Y. Summary of federal and state water project environmental impacts in the San Francisco Bay-Delta Estuary, California. In: HOLLIBAUGH, J. T. (ed.), **San Francisco Bay: The Ecosystem**. Pacific Division of the American Association for the Advancement of Science, San Francisco, California, 1996. p. 445–495.

BALON, E. K. The intervals of early fish development and their terminology (a review and proposals). **Vest. Cs. spol. Zoology**, v. 35, p. 1-8, 1971.

BARLETTA-BERGAN, A. **Structure and seasonal dynamics of larval and juveniles fish in the mangrove-fringed estuary of the rio Caeté, Brazil**. 1999. Tese (Doutorado) - Zentrum für Marine Tropenökologie, Bremen/Alemanha, 1999.

BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U. Structure and Seasonal Dynamics of Larval Fish in the Caeté River Estuary in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 54, p. 193-206, 2002.

BARTHEM, Ronaldo B. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía do Marajó, Estuário Amazônico. **Boletim Paraense Museu Emílio Goeldi**, série Antropologia, Belém, v. 6, n. 1, p. 15-28, 1985.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A. **Informativo agrometeorológico 1998**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 57 p. (Documento77). 2001.

BAUDO, R. Biological monitoring of aquatic ecosystems in Italy: Scientific and legal aspects of biological monitoring in freshwater. **Journal of Limnology**, Italy, 60 (Suppl. 1), p. 49-52, 2001.

BAUMGARTNER, G. **Determinação dos locais de desova e criadouros naturais de peixes e influência dos fatores abióticos sobre a abundância de larvas no alto Rio Paraná, Brasil**. 2001. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2001.

BECK, M. W.; KENNETH, L. H.; ABLE JR., K. W.; CHILDERS, D. L.; EGGLESTON, D. B.; GILLANDERS, B. M.; HALPERN, B.; HAYS C. G.; HOSHINO, K.; MINELLO, T. J.; ORTH, R. J.; SHERIDAN, P. F.; WEINSTEIN, M. P. The identification, conservation and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. **BioScience**, v. 51, n. 8, p. 633-641. 2001.

BENNET, W. A.; MOYLE, P. B. Where have all the fishes gone? Interactive factors producing fish declines in the Sacramento-San Joaquin Estuary. In: HOLLIBAUGH, J. T. **San Francisco Bay: The Ecosystem**. American Association for the Advancement of Science, San Francisco: 1996. p. 519-542.

BERASATEGUI, A.D.; ACHA, E.M.; ARAOZ, N.C.F. Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages in the Río de La Plata Estuary (Argentina-Uruguay). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 60, p. 599-610, 2004.

BERNADI, W.; PINHEIRO, R.V.L.; COSTA JÚNIOR, P.S. Análise correntométrica do rio Guamá próximo à desembocadura do igarapé Tucunduba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, 1988. **Anais, Sociedade Brasileira de Geologia**. v. 2, p.528-536.

BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; SANCHES, P. Caracterização morfológica e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Apareiodon affinis* (Steindachner) (Osteichthyes, Parodontidae) no alto do rio Paraná, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 15, n. 4, p. 1037-1047. 1998.

BOEGER, W. A.B.; KRITSKY, D. C. Parasites, Fossils and Geologic History: Historical Biogeography of the South American Freshwater Croakers, *Plagioscion spp.* (Teleostei, Sciaenidae). **Zoologica Scripta**. [S. l.], n.32, p. 3-11. 2002.

BOEHLERT, G.W.; MUNDY, B.C. Roles of behavior and physical factors in larval and juvenile fish recruitment to estuarine nursery areas. **American Fisheries Society Symposium**, v. 3, p. 51-67, 1988.

BONECKER, A. C. T. **Caracterização do Ictioplâncton na Entrada da Baía de Guanabara (RJ)**. 1997. 152 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1997.

BONECKER, F. T.; CASTRO, M. S.; BONECKER, C. T. Larval fish assemblage in a tropical estuary in relation to tidal cycles, day/night and seasonal variations. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. v. 4, n. 2, p. 239-246, 2009.

BORGES, R.; FARIA, C.; GIL, F.; GONÇALVES, E. J.; ALMADA, V. C. Embryonic and larval development of *Gobius paganellus* (Pisces: Gobiidae). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 83, p. 1151-1156, 2003.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitaria**. 3ed. São Paulo: CETESB, 1986. 616 p.

CALLISTO, M.; GONÇALVES JR., J. F.; MORENO, P. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. In: \_\_\_\_\_. **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, v. 1, p. 1-12, 2004.

CAMARGO, M. **Biologia e estrutura populacional das espécies da família Sciaenidae (Pisces perciformes), no estuário do rio Caeté, município de Bragança, Pará - Brasil**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Pará, Bragança, 1999.

CASTRO, E. **Belém de águas e ilhas**. Belém: Editora CEJUP, 2006.

CASTRO, M. S.; BONECKER, A. C. T. Ocorrência de larvas de peixe no sistema estuarino do Rio Mucuri. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 39, p.171-185, 1996.

CAVICCHIOLI, M. **Discriminação morfométrica e exigências ambientais de larvas de *Serrasalmus spilopleura* e *Serrasalmus marginatus* (Characidae, Serrasalminae) em ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil**. 1995. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1995.

CHAO, L. N. Sciaenidae, Croakers (drums). In: CARPENTER, K. E. (ed.). **The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists**. Spec Publs FAO, v. 5, n. 3, p. 1583-1653. 2002.

CHEN, L. Meristic variation in *Sebastes* (Scorpaenidae), with an analysis of character association and bilateral pattern and their significance in species association. **NOAA Technical Report, USA**, NMFS 45, p. 17, Sep.1986.

CHIAPPA-CARRARA, X.; SANVICENTE-AÑORVE, L.; MONREAL-GÓMEZ, A; LEÓN, D. S. Ichthyoplankton distribution as an indicator of hydrodynamic conditions of a lagoon system in the Mexican Caribbean. **Journal of Plankton Research**, México, v. 25, n. 7, p. 687-696. 2003.

CHURCHILL, J. H.; FORWARD, R. B.; LUETTICH, R. A.; HENCH, J. L.; HETTLER, W. F.; CROWDER, L. B.; BLANTON, J. O. Circulation and larval fish transport within a tidally dominated estuary. **Fisheries Oceanography**, EUA, v. 8, n. 2, p. 173-189. 1999.

CONOVER, W. O. J. **Practical Nonparametric Statistics**. New York: John Wiley, 1971. 302 p.

COSER, L. M.; PEREIRA, B. B.; JOYEUX, J. Descrição da comunidade ictioplanctônica e sua distribuição espacial no estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, Aracruz, ES, Brasil. **Interciência**, Caracas, v. 32, n. 4, p. 233-241. Abr. 2007.

COSTA, L. T. R. **Sedimentação Holocênica no Estuário do Rio Araguari-AP**. 1996. 148 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 1996.

CUNNINGHAMA, M. E.; MARKLE, D. F.; WATRAL, V. G.; KENT, M. L.; CURTIS, L. R. Patterns of fish deformities and their association with trematode cysts in the Willamette River, Oregon. **Environmental Biology of Fishes**, v. 73, p. 9–19. 2005

CURY, P.; ROY, C. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 46, n. 4, p. 670-680, 1989.

CUSHING, D. H. **The regularity of the spawning season in some fishes**. J.Conseil, v. 33, p. 81-97, 1969

DERGAN, J. M. B. **História, memória e natureza: as Comunidades da Ilha do Combú-Belém-PA**. 2006. 174 f. Dissertação (Mestrado em História Social da Amazônia) - Universidade Federal do Pará, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Belém, 2006.

DIEGUES, A. C. S. **Ecosistemas Marinhos do Brasil**. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. 1986. 74 p.

DIONNE, J. C. Towards a more Adequate Definition oh the St. Lawrence Estuary. **Geomorphology**, v. 7, p. 233 – 279, 1963.

DITTY, J. G. Separating early larvae of Sciaenidae from the Western North Atlantic: a review and comparison of larvae off Louisiana and the Atlantic coast of the U.S. **Bulletin Marine Science**., v. 3, n. 44, p. 1083-1105. 1989.

EKAU, W; EKAU, P. W; MACÊDO, S. J.; DORRIEN, C. V. The larval fish fauna of the “Canal de Santa Cruz” estuary in Northeast Brazil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 29, n. 2, p. 117–128, 2001.

ESPIRITO SANTO, R. V. do; ISAAC, V. J.; ABDON DA SILVA, L. M.; MARTINELLI, J. M.; HIGUCHI, H.; SAINT-PAUL, U. **Peixes e camarões do litoral bragantino Pará-Brasil**. Belém: MADAM, 2005. 268 p.

FARIA, A. C. E. A.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Predação de larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg) por copépodes ciclopóides (*Mesocyclops longisetus*, Thiébaud) em diferentes densidades e ambientes com diferentes contrastes visuais. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 497-502, 2001.

FERREIRA, A. A.; NUÑER, A. P. O.; ESQUIVEL, J. R. Influência do pH sobre ovos e larvas de jundiá, *Rhamdia quelen* (Osteichthyes, Siluriformes). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 477-481, 2001.

FRANCO, B. C.; MUELBERT, J. H. Distribuição e composição do ictioplâncton na quebra de plataforma do sul do Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 25, n. 1, p. 75-86, 2003.

FUIMAN, L. A.; POLING, K. R.; HIGGS, D. M. Quantifying developmental progress for comparative studies of larval fishes. **Copeia**, p. 602-611, 1998.

GALLO, M. A. **Influência da vazão fluvial sobre a propagação da maré no estuário do Rio Amazonas**. 2004. 111 f. Dissertação de Mestrado (Engenharia Naval e Oceânica) - COPPE/Universidade federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

GALUCH, A. V.; SUIBERTO, M. R.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G. Desenvolvimento inicial e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Osteichthyes, Characidae) na planície alagável do Alto Rio Paraná-Brasil. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 335-343, 2003.

GAUJOUS. D. **La pollution des milieux aquatiques: Aide-Mémoire**. 2. Edição. Paris, França: Revue et autgmentée, 1995. p. 220.

GAUDANT, J. Paleontology and history of clupeoid fishes. p. 32-44. In Hoestlandt, H. (ed.) **The freshwater fishes of Europe**. Aula Verlag, Wiesbaden, Germany, 1991.

GERKING, S. D. Larval feeding. In: \_\_\_\_\_ (Ed.). **Feeding of fish**. San Diego: Academic Press, 1994. 336 p.

GUICHARD, F.; LEVIN, S. A.; HASTINGS, A.; SIEGEL, D. Toward a dynamic metacommunity approach to marine reserve theory. **BioScience**, v. 54, n. 11, p. 1003–1011, 2004.

HAEDRICH, R.L. Estuarine fishes. In: KETCHUM, B. H. (ed.). **Ecosystems of the World**, 26. **Estuaries and enclosed seas**. Elsevier, Amsterdam, p. 183-207. 1983.

HARDEN-JONES, F. R. **Fish migration**. London: Arnold. 1968. p. 325.

HARE, J. A. The use of early life stages in stock identification studies. In: CARDIN, S.; FRIEDLAND, K.; WALDMAN, J. **Stock Identification Methods**. Academic Press, p. 89–117, 2005.

HARRIS, S.A.; CYRUS, D.P. Comparison of larval fish assemblages in three large estuarine systems, KwaZulu-Natal, South Africa. **Marine Biology**, v.137, n. 3, p. 527-541, 2000.

HARRISON, T.D.; WHITFIELD, A.K. Composition, distribution and abundance of ichthyoplankton in the Sundays river estuary. **South African Journal of Zoology**, n. 25, p. 61–168, 1990.

HEATH, M. R. Field investigations of the early stages of marine fish. **Advances In Marine Biololy.**, n. 28, p. 1-74. 1992.

HEMPEL, G. On the use of ichthyoplankton surveys. **FAO Fish**. Technical. Paper, Rome, v. 122, p.1-2, 1973.

HOUDE, E. D. Patterns and consequences of selective processes in teleost early life histories. In: CHAMBERS, R. C.; TRIPPEL, E. A. (Eds.). **Early life history and recruitment in fish populations**. Chapman and Hall, London, p. 173–196, 1997.

HUNTER, J. R. Report from a colloquium on larval fish mortality studies and their relation to fishery research. **NOAA Technical Report**, v. 339: 1-5, 1976.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapas**. 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 dez. 2008.

ITAGAKI, M. K.; OHKAWARA, M. H.; DIAS, J. F.; KATSURAGAWA, M. Description of larvae and juveniles of *Bairdiella ronchus* (Sciaenidae: Teleostei) in southeastern Brazil. **Scientia Marina**, Barcelona (Spain), v. 71, n. 2, p. 249-257, Jun 2007.

JANEKARN, V.; KIØRBOE, T. Temporal and spatial distribution of fish larvae and their environmental biology in Phang-Nay Bay, Thailand, Phuket. **Mar. Biol. Cent. Res. Bull.**, v. 56, p. 23-40, 1991.

JOYEUX, J.C.; PEREIRA, B. B.; ALMEIDA, H. G. The Flood-tide Ichthyoplanktonic Community at the Entrance into a Brazilian Tropical Estuary. **Journal of Plankton Research**, v. 2, p. 1277-1287, 2004.

JUNK, W. J. As águas da Região Amazônica. In: SALATI, E. *et al.* (orgs). **Amazônia desenvolvimento, integração e ecologia**. São Paulo: Brasiliense – CNPq, 1983. p. 45 – 100.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. The flood concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. (Ed.) – **Proceedings of the International Large River Symposium**. Lan. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., p. 110-127, 1989.

KANOU, K.; KOHNO, H.; TONGNUNUI, P.; KUROKURA, H. Larvae and juveniles of two engraulid species, *Thryssa setirostris* and *Thryssa hamiltonii*, occurring in the surf zone at Trang, southern Thailand. *Ichthyological Research*. The Ichthyological Society of Japan, **Ichthyological Research**, n. 49, p. 401–405, 2002.

KARYDIS, M.; TSIRTSIS, G. Ecological indices: a biometric approach for assessing eutrophication levels in the marine environment. **The Science of the Total Environment**. v. 186, n.1, p. 209-219, Fev/1996.

KATSURAGAWA, M.; MATSUURA, Y.; SUZUKI, K.; DIAS, J. F.; SPACH, H. L. The Ichthyoplankton of the Ubatuba Region (São Paulo State, Brazil): Composition, Distribution and Seasonal Occurrence (1985-1988). **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, n. 1, v. 10, p. 85-121, 1993.

KENDALL JR, A. W.; AHLSTROM, E. H.; MOSER, H. G. Early life history stages of fishes and their characters. In: MOSER, H. G.; RICHARDS, J. W.; COHEN, D. M.; FAHAY, M. P.; KENDALL JR, A. W.; RICHARDSON, D. L. (eds.). **Ontogeny and Systematics of Fishes**, Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Publ., Allen Press, n. 1, p. 11–22, 1984.

KOUMOUNDOUROS, G.; DIVANACH, P.; ANEZAKI, L.; KENTOURI, M. Temperature-induced ontogenic plasticity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Marine Biology**, n. 139, p. 817-830. 2001.

KURTZ, F. W. **Dinâmica larval da *Sardinella brasiliensis* (Teleostei, Clupeidae) na região sudeste do Brasil e implicações no recrutamento**. 1999. 169 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.

KURTZ, F. W.; MELLO, M. C.; ANDRADE, J. L. Distribuição de larvas e juvenis e peixes capturados na região da península antártica durante os verões austrais de 2002 e 2003. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 62, p. 300-307. 2004.

LADIG, T. E.; SAKUMA, K. M.; STANNARD, J. A. Description and growth of larval and pelagic juvenile pygmy rock fish (*Sebastes wilsoni*) (family Sebastidae). **Fishery Bulletin**, v.102, p.452-463, 2004.

LEIS, J. M. The pelagic phase of coral reef fishes: larval biology of coral reef fishes. In: SALE, P. F. (ed). **The ecology of fishes on coral reefs**. San Diego: Academic Press, CA, p. 183–230, 1991.

LEIS, J. M.; TRNSKI, T. **The Larvae of Indo-Pacific Shorefishes**. Honolulu: University of Hawaii Press, 1989. p. 371.

LEITE, R. G.; SILVA, J. V. V.; FREITAS, C. E. Abundância e distribuição das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 4, p. 557 – 562, 2006.

LINO, L. C. B. **Bioindicadores de Qualidade Ambiental Encontrados no Rio Meia Ponte – GO**. 2003. Monografia (Especialização em Formação de Professores) - Universidade Católica de Goiás, 2003.

LOPES, R. M.; KATSURAGAWA, M.; DIAS J. F.; MONTÚ, M. A.; MUELBERT, J. H.; GORRI, C.; BRANDINI, F. P. Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. **Scientia Marina**, v. 70, n. 2, p. 189-202. 2006.

LORIS, E. M; ANDERSON, A. B. Estratégias econômicas de pequenos produtores no estuário amazônico (Ilha do Combu, Município de Acará, Estado do Pará). **Revista Ciência & Trópico**, v. 21, n. 2, p. 205-216, jul/dez, 1993.

LOWE-MCCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo (SP): Editora da Universidade de São Paulo (Edusp), 1999. XIX + 534 p.

LUCKENBACH, T.; KILIAN, M.; TRIEBSKORN, R.; OBEREMM, A. Assessment of the developmental success of brown trout (*Salmo trutta* f. *fario* L.) embryos in two differently polluted streams in Germany. **Hydrobiologia**, n. 490, p. 53-62. 2003.

MARKLE, D. F.; HARRIS, P. M.; TOOLE, C. L. Metamorphosis and an overview of early-lifeshistory stages in Dover sole *Microstomus pacificus*. **Fishery Bulletin**, v. 90, p. 285-301. 1992.

MATSUURA, Y. Synopsis on the reproductive biology and early life history of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* and related environmental conditions. In: **Second IOC Workshop on Sardine Anchovy Recruitment Project (SARP) in the Southwestern Atlantic**. UNESCO, Montevideo, Uruguay. IOC Workshop Reported, n. 65, Annex 8, p. 1-8, 1990.

MILLER, J. Physical processes and the mechanisms of migrations of immature marine fishes. **American Fisheries Society Symposium**. n. 3, p. 68-76. 1988.

MONTEIRO, S. M. **Avaliação da água superficial da Baía do Guajará (Belém-PA) utilizando indicadores abióticos**. 2006. 51 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Belém, 2006.

MORAES, B. C.; COSTA, J. M. N.; COSTA, A. C. L.; COSTA, M. H. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. **Acta Amazônica**. v. 35, n. 2, p. 207-214. 2005.

MORÁN, E. F. **A ecologia das populações da Amazônia**. Petrópolis: Vozes, 1990. 367 p.

MORELAND, S. L.; REILLY, C. A. Key to the juvenile rockfishes of central California. In: LAIDIG, T. E.; ADAMS, P. B. (eds.). Methods used to identify pelagic juvenile rockfish (genus *Sebastes*) occurring along the coast of central California. **NOAA Technical Memorandum**, NOAA-TM-NMFS-SWFSC-166, p. 59–180, 1991.

MORIYAMA, A.; YANAGISAWA, Y.; MIZUNO, N.; OMORI, K. Starvation of drifting goby larvae due to retention of free embryos in upstream reaches. **Environmental Biology of Fishes**, n. 52, p. 321–329, 1998.

MOSER, H. G. Ontogeny and systematics of fishes. **American Society of Ichthyologists and Herpetologists: Special publication**, n. 1, p. 760. 1984.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; CAVICCHIOLI, M.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: UEM/Nupélia, p 359, 2001.

NASCIMENTO, F. L. **Identificação de larvas de sete espécies de Characiformes do rio Amazonas**. 1992. 64 f. Dissertação (Mestrado) - INPA/FUA P.P.G, Manaus, 1992.

NASCIMENTO, F. S. **Dinâmica da distribuição dos poluentes metálicos e orgânicos nos sedimentos de fundo dos canais de drenagem de Belém – Pará**. 1995. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Pará. 1995.

NASCIMENTO, F. L.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Descrição das larvas de *Psectrogaster amazônica* e *Potamorhina altamazonica* (Curimatidae, Pisces) da Amazônia central. **Acta Amazônica**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 457-472. 1993.

NASCIMENTO, F. L.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Descrição de larvas das principais espécies de peixes utilizadas pela pesca no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, **Boletim de Pesquisa**, v. 19, p. 25 p, 2000.



NEIRA, F.J.; POTTER, I.C.; BRADLEY, J.S. Seasonal and spatial changes in the larval fish fauna within a large temperate Australian estuary. **Marine Biology**, n. 112, p. 1-6, 1992.

NITTROUER, C. A. An Introduction to the Geological Significance of the Sediment Transport and accumulation on the Amazon Continental Shelf. **Marine Geology**, v. 125, p. 177-92, Abr/1995.

NIZISNKI, M. S.; MUNROE, T. A. Order Clupeiformes. In: CARPENTER, K.E. (Ed). **The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic**. v. 2. Roma: FAO. 2002. p. 601-1374.

NORIEGA, C. D.; MUNIZ, K.; ARAÚJO, M. C.; TRAVASSOS, R. K.; NEUMANN-LEITÃO, S. Fluxos de nutrientes inorgânicos dissolvidos em um estuário tropical – Barra das Jangadas – PE, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n. 2, p. 129–139, 2005.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Ed. Guanabara, 1983. 434 p.

OLIVEIRA, E.C. Distribuição sazonal das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Osteichthyes: Serrasalmidae) na costa do Catalão, rio Amazonas, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 1, p. 155-166, 2000.

OLIVEIRA, E. C.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Distribuição espacial das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Pisces; Serrasalmidae) nas margens do rio Solimões, AM. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, p. 349-358, 1998.

OLIVEIRA, E. C.; FERREIRA, E. J. G. Spawning areas, dispersion and microhabitats of fish larvae in the Anavilhanas Ecological Station, rio Negro, Amazonas State, Brazil. **Neotropical Ichthyology**. v. 6, n. 4, p. 559-566, 2008.

OKYIAMA, M. 1988. **An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan**. Tokai University Press. 1154 p.

PAIVA, R. S. **Composição e Biomassa do fitoplâncton da Baía do Guajará**. 1991. 151 f. Dissertação (Mestrado em Criptógramos) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 1991.

PAIVA, R. S.; ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; MELO, N. F. A. C. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, n. 2, v. 1, p. 133-146, 2006.

PALHETA, G.D.A.P. **Composição e distribuição espaço temporal de ovos e larvas de peixes, nos estuários dos rios Curuçá e Muriá (Curuçá-Pará)**. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

PALOMARES, M. L. D. **La Consommation de Nourriture Chez lês Poissons: étude Comparative, mise au Point dún Modèle Pr´redictif te Application à L´étude dês Réseaux Thophiques**. 1991. 211 f. Thèse (Doctorat) - Institut National Polytechnique de Toulouse.

PARADIS, A. R.; PEPIN, P.; BROWN, J. A. Vulnerability to predation of fish eggs and larvae: a review of the influence of the relative size of prey and predator. **Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences**, n. 53, p. 1226-1235, 1996.

PMB, Prefeitura Municipal de Belém. **Plano Estratégico Municipal para Assentamentos Subnormais**. Parte II: Diagnóstico Institucional do Município de Belém-Pará. Belém: SEGEP, 2001.

PAULY, D. **On the sex of fish and the gender of scientists**. Fish & Fisheries Series, Ed. 14, London: Chapman & Hall, 1994. 250 p.

PENTEADO, A. R. **Belém do Pará, estudo da geografia urbana**. Belém: Imprensa Universitária, 1968. 183 p.

PEREIRA, H.S. **Iniciativa de co-gestão dos recursos naturais da várzea – Estudo do Amazonas**. Manaus: Ibama/ProVárzea, 2004. 132 p. Documentos técnicos, n.02.

PEZZATO, L. E. O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba-SP, 1997. p. 45-60.

PICHLER, H. A. **A ictiofauna em planícies de maré da Baía dos Pinheiros, Paraná**. 2005. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2005.

PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1977. 385 p.

PINHEIRO, F. G. R. **Avaliação dos riscos de contaminação dos aquíferos livres da bacia do Tucunduba / Belém (PA)**. 2002. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2002.

PINHEIRO, R. V. I. **Estudo hidrodinâmico e sedimentológico do estuário do Guajará-Belém (PA)**. 1987. 126f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Geociências/Universidade Federal do Pará, Belém, 1987.

POMPEU, P. P.; ALVES, M. C. B.; CALLISTO, M. The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas basin, Brazil. **American Fisheries Society**, v. 47, p. 11-20, 2005.

PORTOBRÁS. **Medições de correntes em suspensão junto ao porto de Belém-PA**. Rio de Janeiro, 1980. 162 p. Relatório INPH 82/80, código Belém 740/01.

POWER, J. H. Advection, diffusion and drift migrations of larval fishes. In: MCCLEAVE, J. D.; ARNOLD, G. P.; DODSON, J. J.; NEILL, W. H. (Eds.). **Mechanisms of migrations in fishes**. NATO Conference Series. Series IV: Marine Science, v. 14, p. 27-38, New York: Plenum Press, 1984.

QUEIROZ, J. A. L.; MACHADO, S. A.; HOSOKAWA, R. T.; SILVA, I. C. **Estrutura e dinâmica em uma floresta de várzea do Rio Amazonas na estado do Amapá**.

Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 2008.

RAMOS, J. Poluição e Contaminação da Orla de Belém-PA. In: UHLY, S.; SOUZA, E. L. **A Questão da Água na Grande Belém**. Belém/PA: Casa de Estudos Germânicos/Fundação Heinrich Böll, 2004. Cap. 6, p. 121-247.

RAMOS, S.; COWEN, R. K.; RÉ, P.; BORDALO, A. A. Temporal and spatial distributions of larval fish assemblages in the Lima estuary (Portugal). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, n. 66, p. 303-314, 2006.

RÉ, P. **Ictioplâncton estuarino da Península Ibérica guia de identificação dos ovos e estados larvares planctônicos**. Lisboa: Editora da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1999. 141p.

REMANE, A.; SCHLIEPER C. **The biology of brackish waters**. 2nd ed. Wiley Interscience, 1971.

RIBEIRO, K. T. S. **A água e saúde humana em Belém**. (Coleção Megan, 2). Belém: Cejup, 2004. 280 p.

RICHEY, J.E.; MEADE, R.H.; SALATI, E.; DEVOL, C A.H.; NORDIN, F.; SANTOS, U. Water discharge and suspended sediment concentrations in the Amazon River, 1982-1984. **Water Resources Research**, v. 22, p. 756-764, 1986.

RICHARDS, W. J. **Early stages of atlantic fishes: an identification guide for the western central north Atlantic**. Florida: Editora CRC Press, Boca Raton, 2005.

ROSENBERGS, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993. 488 p.

ROSENTHAL, H.; ALDERDICE, D. F. Sub-lethal effects of environmental stressors, natural and pollutional, on marine fish eggs and larvae. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, v. 33, p. 2047-2065, 1976.

ROWE, P. M.; EPIFANIO, C. E. Tidal stream transport of weakfish larvae in Delaware Bay, USA. **Marine Ecology Progress Series**, n. 110, p. 105–114, 1994.

SALATI, E. The climatology and hydrology of Amazônia. In: PRANCE, G.; LOVEJOY, T. (Org.). **Key Environments: Amazonia**. London: Pergamon, 1985. p.18-48.

SAMPAIO, L. A.; WASIELESKY JR, W. B.; FILHO, K. M. Effect of salinity on acute toxicity of ammonia and nitrite to juvenile *Mugil platanus*. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 68, n. 5, p. 668-674, 2002.

SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SUIBERTO, M. R.; GOMES, F. D. C.; NAKATANI, K.; BARBOSA, N. D. C. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Leporinus friderici* (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia do rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 383-389, 2001.

- SANT'ANNA, R. O. **Variação espacial, sazonal e nictemeral da comunidade ictioplancônica no estuário dos rios Piraquê-açu e Piraquê-mirim (ES-Brasil).** Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Trabalho de Conclusão, 2005. Vitória, 2005. p. 57.
- SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S. **Peixes comerciais de Manaus.** Manaus: IBAMA/ProVárzea, 2006. 144 p.
- SANTOS, M.T.P. **Avaliação da matéria orgânica degradada nos canais de drenagem na região metropolitana de Belém (PA).** 1997. 118 f. Dissertação (Mestrado). Centro de Geociências/Universidade Federal do Pará, Belém, 1997.
- SANTIN, M.; BIALETZKI, A.; NAKATANI, K. Mudanças ontogênicas no trato digestório e dieta de *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) (Osteichthyes, Parodontidae). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 291-298, 2004.
- SANVICENTE-ANÖRVE, L.; HERNÁNDEZ-GALLARDO, A.; GÓMEZ-AGUIRRE, S.; FLORES-COTO, C. Fish larvae from a Caribbean a estuarine system. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE LARVAS DE PEIXES, XXVI, 2003, Bergen. **The Big Fish Bang**. Bergen, Norway: Institute of Marine Research, 2003. p. 365-379.
- SANYO TECHNO MARINE, INC. **Draft final report for the fishery resources study of the Amazon and Tocantins rivers mouth areas in the federative republic of Brazil.** Tokyo. 1998. 334 p.
- SÁRPEDONTI, V.; PONTON, D.; CHING, C. V. Description and ontogeny of young *Stolephorus bagaensis* and *Thryssa kammalensis*, two Engraulididae from peninsular Malaysia. **Journal of Fish Biology**, n. 56, p. 1460–1476, 2000.
- SASSA, C.; KAWAGUCHI, K.; OZKI, Y.; KUBOTA, K.; SUGISAKI, H. Distribution patterns of larval myctophid fishes in the transition region of the western North Pacific. **Marine Biology**, n.144, p. 417-428, 2004.
- SHANNON, C.E. A mathematical theory of communication. **Bulletin of System Technology Journal**, v. 27, p. 379-423, 1948.
- SCHMITT, R. J.; OSENBURG, C. W. Detecting ecological impacts, concepts and applications in coastal habitats. San Diego, California, USA: Academic Press, 1995.
- SCHULZ, U. H.; MARTINS-JUNIOR, H. *Astyanax fasciatus* as bioindicator of water pollution of rio dos sinos, RS, BRAZIL. **Brazilian Journal of Biology**, n. 61, v. 4, p. 615-622, 2001.
- SEVERI, W. **Ecologia do ictioplâncton no Pantanal de Barão de Melgaço, Bacia do rio Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.** 1997. 264 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, 1997.
- SILVEIRA, O. F. M. **Estudo batimétrico/sonográfico do estuário Guajará, Belém-PA.** 1992. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Geociências/ Universidade Federal do Pará, Belém, 1992.

SIOLI, H. Pesquisa limnológica na região da Estrada de Ferro de Bragança, Estado do Pará, Brasil. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte**, Belém, n. 37, p.1-73, 1960.

SIOLI, H. Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazon region. **Amazoniana**, v. 1, p. 267-277, 1968.

SMITH, P. E.; RICHARDSON, S. L. Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys. **FAO Fisheries Technical Paper**, Roma, n. 175, p. 1-108, 1977.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**: The principles and practice of numerical classification in biological research. San Francisco: W. H. Freeman, 1969. 776 p.

SOUZA, R. C. **Ictioplâncton do complexo estuarino de Itapessoca norte de Pernambuco**. 2003. 101 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal de São Carlos, 2003.

TER BRAAK, C.J.F. **Data analysis in community and landscape ecology**, In: Jongman, R. H.G.; Braak Ter, C.J.F; Tongeren, O.F.R. Van (Eds.), *Ordination*, Cambridge University Press, Cambridge. p. 91-173. 1995.

TOLAN, J. M.; NEWSTEAD, D. A. Descriptions of larval, prejuvenile, and juvenile nescale menhaden (*Brevoortia gunteri*) (family Clupeidae), and comparisons to gulf menhaden (*B. patronus*). **Fishery Bulletin**, v. 102, p. 723–732, 2004.

TURAN, C. Stock identification of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) using morphometric and meristic characters. **ICES Journal of Marine Science**, n. 61, p. 774-781, 2004.

VAZ, A. C. **Modelagem do transporte e retenção larval da Anchoita *Engraulis anchoita* na plataforma continental do Atlântico sudoeste**. 2005. 77 f. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

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

VIANA, A. P. **Ictiofauna como indicadora da qualidade ambiental na Baía do Guajará (Belém-Pa), estuário Amazônico**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Pará, Centro de Ciências Biológicas, 2006.

VIARENGO A.; LAFAURIE M.; GABRIELIDES G. P.; FABBRI R.; MARRO A.; ROMEO M. Critical evaluation of intercalibration exercise undertaken in the framework of the MED POL biomonitoring program. **Marine Environmental Research**, v. 49, p. 1-8, 2000.

WANDERLEY, C. M. S. **Abundância e Biodiversidade do ictioplâncton no rio Pará (Barcarena – PA)**. 2008. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Oceanografia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

WEISS, G. **Ictioplancton del estuario de Lagoa dos Patos, Brazil**. 1981. 164 f. Doutorado - Universidade Nacional de la Plata, Argentina, 1981.

WERNER, F. E.; PAGE, F. H.; LYNCH, D. R.; LODER, J. W.; LOUGH, R. G.; PERRY, R. I.; GREENBERG, D. A.; SINCLAIR, M. M. Influences of mean advection and simple behavior on the distribution of cod and haddock early life stages on Georges Bank. **Fisheries Oceanography**, v. 2, p. 43-64, 1993.

WHITEHEAD, P. J. P.; NELSON, G. J.; WONGRONATA. FAO species catalogue 7. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies, and wolf herrings. Part the 2, Engraulidae, FAO, Fisheries Symposium Synopsis. v. 125, n. 7, p. 305-579.1988.

WHITFIELD, A.K. Ichthyofaunal assemblages in estuaries: a South African case study. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 9, n. 2, p. 151-186, 1999.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall Inc, 1996. 662 p.