



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**Departamento de Oceanografia**  
**Programa de Pós-Graduação em Oceanografia**

**ICTIOPLÂNCTON E ICTIONÊUSTON COMO  
INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA DO PORTO  
DE SUAPE - PE (BRASIL).**

**JOSÉ LÚCIO BEZERRA JÚNIOR**

**Recife  
2011**

**José Lúcio Bezerra Júnior**

**ICTIOPLÂNCTON E ICTIONÊUSTON COMO  
INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA DO PORTO  
DE SUAPE - PE (BRASIL).**

Tese que apresentou ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGO – UFPE), como um dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Ciências, na Área de Oceanografia.

Orientadora: Profa Dra Sigrid Neumann Leitão.

Co-orientadora: Profa Dra Rosângela Paula Lessa.

RECIFE

2011

Catálogo na fonte  
Bibliotecário Marcos Aurélio Soares da Silva, CRB-4 / 1175

B574i Bezerra Junior, José Lúcio.  
Ictioplâncton e ictionêuston como indicadores da  
qualidade da água do Porto de Suape-PE, Brasil / José  
Lúcio Bezerra Júnior. - Recife: O Autor, 2011.  
106 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sigrid Neumann Leitão.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de  
Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em  
Oceanografia, 2011.  
Inclui referências.

1. Oceanografia. 2. Biodiversidade. 3. Peixes - Larvas.  
4. Biomassa. 5. Impacto Ambiental – Pernambuco (Brasil).  
I. Leitão, Sigrid Neumann (Orientadora). II. Título.

551.46 CDD (22. ed.)

UFPE  
BCTG/2011- 231

ICTIOPLÂNCTON E ICTIONÊUSTON COMO INDICADORES DA QUALIDADE  
DA ÁGUA DO PORTO DE SUAPE - PE (BRASIL).

**José Lúcio Bezerra Júnior**

Folha de Aprovação – Comissão Julgadora

---

Profa. Dra. Sigrid Neumann Leitão (Orientadora) – Presidente  
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

---

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa – Titular Interno  
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

---

Prof. Dr. Paulo de Oliveira Mafalda Júnior. – Titular Externo  
(Universidade Federal da Bahia - UFBA)

---

Profa. Dra. Maria Eduarda de Larrazabal – Titular Externo  
(Universidade Federal de Pernambuco - UFPE)

---

Prof. Dr. Fernando Figueiredo Porto Neto – Titular Externo  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE)

---

Prof. Dr. Moacyr de Araújo Filho – Suplente Interno  
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

---

Prof. Dr. Mauro Melo Júnior – Suplente Externo  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE)

**Dedico esta Tese à Dra Sigrid Neumann  
Leitão, que acreditou em mim na  
realização deste estudo,  
principalmente nos momentos mais  
sombrios, quando não parecia haver  
saída, e à minha mãe, Maria do Carmo  
de Lima Bezerra, meu grande amor,  
que acreditou em mim por todos os  
dias de minha vida...**

*“Quando não houver esperança  
Quando não restar nem ilusão  
Ainda há de haver esperança  
Em cada um de nós  
Algo de uma criança...”*

(Titãs)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, pela força, pela paciência e pela perseverança que, nos momentos mais difíceis, impulsionaram-me para terminar esta Tese.

À Profa Dra Sigrid Neumann Leitão, pela valiosa orientação e, especialmente, por todo o incentivo, apoio incondicional, palavras de conforto e perseverança, que me dedicou nos momentos mais difíceis desse caminho, sem o que, reconheço publicamente, não teria concluído esta etapa de minha vida.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, na pessoa do Coordenador Prof. Dr Manoel Flores-Montes, e à secretária Myrna Lins, pelos incentivos recebidos no decorrer do Doutorado.

Ao Departamento de Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco pelas facilidades concedidas no decorrer da elaboração desta Tese.

Ao Laboratório de Zooplâncton do Departamento de Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, na pessoa de sua chefe, Profa Dra Sigrid Neumann Leitão, por toda a estrutura física, material e bibliografia a mim disponibilizados, no desenvolvimento desta Tese.

À FACEPE/CAPES, pela concessão da Bolsa de Doutorado, fundamental para a realização do curso e desenvolvimento desta Tese.

À Profa Dra Rosângela Lessa, pela co-orientação e por muitos ensinamentos que me deu ao longo de minha vida acadêmica.

Ao Prof. Dr Paulo de Oliveira Mafalda Júnior, pelos trabalhos que realizou com ictioplâncton, que me incentivaram, nortearam e incentivaram para a elaboração desta Tese, por ter aceito participar de minha Banca Examinadora, além da amizade que, mesmo à distância, sei que sempre existiu entre nós.

Aos Professores Doutores Paulo de Oliveira Mafalda Júnior (Titular Externo), Fernando Antônio do Nascimento Feitosa (Titular Interno), Maria Eduarda de Larrazabal (Titular Externo), Fernando Figueiredo Porto Neto (Titular Externo), Moacyr de Araújo Filho (Suplente Interno) e Mauro Melo Júnior (Suplente Externo), pelo aceite em participar da banca examinadora da defesa desta Tese.

À Profa Dra Lúcia Maria de Oliveira Gusmão, pela amizade e apoio incondicional que me deu, principalmente nesta reta final da elaboração desta Tese.

Aos grandes parceiros que fiz no Laboratório de Zooplâncton, Xiomara García Diaz, Andréa Pinto Silva, Pedro Augusto Mendes de Castro Melo, Tâmara de Almeida e Silva, Valdylene Tavares Pessoa, Gabriela Cavalcanti de Oliveira e Zinaldo Ferreira dos Santos, que muito me auxiliaram na elaboração deste trabalho.

À minha mãe, Maria do Carmo de Lima Bezerra, o amor da minha vida, por TUDO o que fez por mim ao longo de minha existência, e pela força que me passou nos momentos finais desta etapa de minha vida.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta Tese.

## **Sumário**

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	12
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 BASE CONCEITUAL	19
2.1 Hipótese	19
2.2 Tese	19
3 OBJETIVOS	24
3.1 Geral	24
3.2 Específicos	24
4 REVISAO DA LITERATURA SOBRE ICTIOPLÂNCTON E ICTIONÊUSTON NO BRASIL	25
5 MATERIAL E MÉTODOS	33
5.1 Descrição da área	33
5.2 Desenho Amostral	37
5.3 Análise em laboratório	44
5.4 Normatização dos dados	48
6 RESULTADOS	50
6.1 Etapa 1	50
6.2 Etapa 2	62
6.3 Etapa 3	68
7 DISCUSSÃO	76
8 CONCLUSÕES	89
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

## Lista de Figuras1

<b>Figura 1</b> – Complexo Industrial e Portuário de Suape. Ipojuca, Pernambuco.	<b>34</b>
<b>Figura 2</b> – Localização do Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca – PE). Fonte: <i>Google</i> .	<b>35</b>
<b>Figura 3</b> – Vista aérea do Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca-PE), onde se evidenciam o aterro e a quebra no recife de arenito, na parte sul da área. Fonte: <i>Google</i> .	<b>35</b>
<b>Figura 4</b> – Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca - PE), com destaque para as áreas de coleta de amostras durante a etapa 1, em outubro de 2008, onde: A – transecto distante 3 km da costa; B – distante 1,5 km da costa; C – adjacente ao recife de arenito; D – foz do rio Ipojuca; E – porto interno; F – baía de Suape. Fonte: <i>Google</i> .	<b>38</b>
<b>Figura 5</b> – (a) Redes de nêuston superior e inferior, acopladas à uma estrutura metálica composta por duas aberturas de “boca” retangulares (A), dotada de flutuadores (B) e cabos de tração (C); e (b) rede cônica de abertura de “boca” circular ( $\varnothing = 60$ cm), todas com abertura de malha de 500 $\mu$ m.	<b>39</b>
<b>Figura 6</b> – Desenho esquemático do lançamento da pluma de gás natural (GN) no ambiente marinho e emprego das redes de coleta.	<b>43</b>
<b>Figura 7</b> – Percentuais de ocorrência relativa (%) das famílias identificadas no Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca – PE), em outubro de 2008, nos transectos a 3 km da costa (área A), a 1,5 km (área B) e adjacente ao recife de arenito (área C).	<b>54</b>
<b>Figura 8</b> – Percentuais de ocorrência relativa (%) das famílias identificadas no Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca – PE), em outubro de 2008.	<b>54</b>
<b>Figura 9</b> – Diversidade das famílias do ictionêuston no Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca-PE), em outubro de 2008, onde: Ind $\rightarrow$ indivíduos.	<b>55</b>
<b>Figura 10</b> – Equitatividade (bits/indivíduo) das famílias do ictionêuston na região do Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca - PE), em outubro de 2008, onde: Ind $\rightarrow$ indivíduos.	<b>55</b>
<b>Figura 11</b> – Densidade total das famílias do ictionêuston da região de Suape (PE – Brasil), em outubro de 2008, com base nas amostras coletadas com a rede cônica, onde: ind $\rightarrow$ indivíduos.	<b>57</b>
<b>Figura 12</b> – Densidade total por área varrida do ictionêuston da região de Suape (PE – Brasil), em outubro de 2008, com base nas amostras coletadas com a rede cônica, onde: Ind $\rightarrow$ indivíduos.	<b>58</b>
<b>Figura 13</b> – Agrupamentos entre as áreas pesquisadas no Complexo Estuarino de Suape, onde: A – 3 km da costa; B -1,5 km da costa; C –	<b>61</b>

adjacente ao recife de arenito; D – foz do rio Ipojuca; E – porto interno e F – baía de Suape.

**Figura 14** – Agrupamentos entre as famílias identificadas nas amostras coletadas no Complexo Estuarino de Suape, na etapa 1, onde: danif – larvas danificadas; OUTROS – famílias com menos de 1% de representatividade. **61**

**Figura 15** – Números percentuais (%) das larvas de peixes, por família, do ictionêuston/ictioplâncton na região costeira adjacente ao Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca - PE), nas amostras coletadas nas três campanhas realizadas. **73**

**Figura 16** – Diversidade das famílias do ictionêuston/ictioplâncton na região costeira adjacente ao Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca - PE), nas amostras coletadas nas três campanhas realizadas, onde: a – antes do gás; d – depois do gás; h – arrasto horizontal; ni – nêuston inferior; ns – nêuston superior; b – baixa-mar; e – enchente; v – vazante; s – período seco; c – período chuvoso. **74**

**Figura 17** – Eqüitabilidade famílias do ictionêuston/ictioplâncton na região costeira adjacente ao Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca - PE), nas amostras coletadas nas três campanhas realizadas, onde: a – antes do gás; d – depois do gás; h – arrasto horizontal; ni – nêuston inferior; ns – nêuston superior; b – baixa-mar; e – enchente; v – vazante; s – período seco; c – período chuvoso. **75**

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> – Dados das coletas do macrozooplâncton na área de Suape (PE), no período de maio de 2009 a novembro de 2010.	<b>41</b>
<b>Tabela 2</b> – Dados das coletas do plâncton, para análise da influência do gás natural na área de Suape (PE), onde: qua – quadratura; siz – sizígia; pm – preamar; vz – vazante; bm – baixamar.	<b>42</b>
<b>Tabela 3</b> – Correlação (r) de Pearson entre as seis áreas analisadas no Complexo Estuarino de Suape, em outubro de 2008, onde: A – transecto a 3 km da costa; B – distante 1,5 km; C – adjacente ao recife de arenito; D – foz do Ipojuca; E – porto interno; F – baía de Suape.	<b>51</b>
<b>Tabela 4</b> – Número de larvas (N) e percentual de ocorrência (%) das famílias identificadas no ictionêuston do Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca – PE), em outubro de 2008.	<b>53</b>
<b>Tabela 5</b> – Medições e cálculos de biovolume, biomassa e conteúdo de carbono para o conjunto de ovos de peixes que ocorrem em Suape (PE-Brasil).	<b>62</b>
<b>Tabela 6</b> – Biovolume, biomassa e conteúdo de carbono para o conjunto de larvas de peixes que ocorrem em Suape (PE-Brasil).	<b>63</b>
<b>Tabela 7</b> – Densidade, biomassa e conteúdo de carbono para o conjunto de ovos e larvas de peixes que ocorrem em Suape (PE-Brasil).	<b>63</b>
<b>Tabela 8</b> – Levantamento das espécies de peixes (adultos) ocorrentes em Suape – PE (Brasil), onde: BS → Baía de Suape; AT → área de atracação; MA → estuário do rio Massangana; TA → estuário do rio Tatuoca; IP → estuário do rio Ipojuca; ES → estuarino; NE → nerítico; OC → oceânico.	<b>66</b>
<b>Tabela 9</b> – Dados abióticos obtidos durante experimentos de simulação em plumas de gás natural (GN). Marés de sizígia e quadratura (PM = preamar, VZ = vazante, BM = baixa-mar, EN = enchente).	<b>69</b>
<b>Tabela 10</b> – Número de ovos e de larvas de peixes, por família, coletado na área costeira adjacente ao Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca – PE), antes e depois da injeção do gás, nos períodos seco e chuvoso, em marés de sizígia (SZ) e quadratura (QD), nos arrastos horizontal (h), de nêuston inferior (ni) e de nêuston superior (ns).	<b>71</b>

## RESUMO

O objetivo desta Tese foi analisar os resultados do acompanhamento da comunidade ictioneustônica e ictioplanctônica na área de Suape (Pernambuco, Brasil), durante a realização de uma série de experimentos, em campo, de dispersão de plumas de gás natural em diferentes condições ambientais. Este estudo foi desenvolvido em 3 etapas, que tiveram como fins: 1) conhecer a biodiversidade, biomassa e distribuição do ictionêuston e ictioplâncton da área de Suape, 2) conhecer a densidade e biomassa espacial e temporal do ictioplâncton no complexo estuarino de Suape, e 3) determinar a estrutura da comunidade de ictionêuston antes e depois das injeções de gás natural em área costeira adjacente ao Porto de Suape, área sujeita a uma gama de impactos ambientais. Na etapa 1, as amostras foram coletadas em seis áreas com redes de nêuston (superior e inferior; #500  $\mu\text{m}$ ) e rede cônica de plâncton sob arrasto horizontal (boca:  $\varnothing 60$  cm; #500  $\mu\text{m}$ ). Na etapa 2, arrastos horizontais sub-superficiais foram feitos em 2 áreas, em diferentes regimes de maré, com rede cônica com 300  $\mu\text{m}$  de abertura de malha. E, na etapa 3, as amostras foram coletadas com redes de nêuston (superior e inferior; #500  $\mu\text{m}$ ) em uma estação fixa, durante 4 campanhas oceanográficas. As amostras foram triadas, separando-se todas as larvas de peixes (ictionêuston/ictioplâncton). Na etapa 1, foram triados 464 indivíduos, pertencendo as larvas a 15 famílias, sendo Clupeidae a que melhor representou a área estudada, respondendo pelas maiores ocorrências e se distribuindo por toda a região. Famílias típicas de ambientes recifais (Carangidae e Lutjanidae) também foram registradas. Diferenças foram observadas entre as seis áreas de arrasto e entre as redes de nêuston e de plâncton, mas não se registrou diferença significativa entre o nêuston inferior e superior, apesar do inferior ser mais abundante na maioria dos arrastos. A rede de plâncton foi a que apresentou as densidades de larvas significativamente maiores. As densidades larvais nas áreas variaram de 50 a 616,67 indivíduos.1000  $\text{m}^{-2}$ . A camada neustônica de Suape se constitui em habitat típico para larvas de peixes de importância ecológica e comercial (Scombridae, Engraulidae, Clupeidae e Bothidae), destacando-se a região da baía de Suape, pela presença das famílias de importância comercial, o que caracteriza essa área como berçário das espécies daquelas famílias. Na etapa 2 os ovos de Teleostei constituíram 88% e as larvas apenas 12%, apresentando a preamar maior número de ovos e larvas de Teleostei. Considerando o total de ovos de Teleostei o conteúdo em carbono foi de 149,49  $\text{mgC.1000 m}^{-3}$  e o de larvas de 32,56  $\text{mgC.1000 m}^{-3}$ , mostrando que a baía de Suape é ainda uma área de desova de peixes, contudo as larvas não estão conseguindo sobreviver devido aos impactos, principalmente dragagens que causam grande quantidade de material em suspensão, que por sua vez prejudica a respiração das larvas. Na etapa 3, dentre as larvas de peixe, a família mais abundante no nêuston inferior foi Carangidae (51%), seguida de Clupeidae (17%) e Myctophidae (12%). Na categoria “outros” inseriram-se as famílias com baixo percentual, além das larvas não identificadas. No nêuston superior a família mais abundante foi Carangidae (47%), seguida de Clupeidae (19%) e Myctophidae (11%) e na categoria “outros” inseriu-se as famílias com percentual baixo e larvas não identificadas. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre o neuston superior e o inferior nem entre as amostras coletadas antes e depois da injeção da pluma do gás natural, possivelmente pela grande diluição do gás na água do mar. Desta forma, não houve uma relação entre as plumas de gás natural e impactos na comunidade ictioneustônica.

Palavras-chave: larvas de peixes, biodiversidade, biomassa, efluente, impactos ambientais, Pernambuco, Nordeste do Brasil.

## ABSTRACT

The main purpose of the present Thesis was to analyze the results obtained by monitoring the neustonic and planktonic community of the Suape area (Pernambuco, Brazil) while performing experiments related to the plumes of natural gas at different environmental conditions. The studied area has been subjected to a great deal of different environmental impacts. This study was performed in three parts, aiming: (1) to map the biodiversity, biomass and plankton and neuston distribution in the Suape area; (2) to measure the spatial and temporal density and biomass of the plankton of the Suape marine estuary and (3) to determine the neuston community structure prior and after the injection of natural gas in the coastal area adjacent to the Suape's Harbor. In the first step, samples were collected in six areas using neuston nets (superior and inferior; #500  $\mu\text{m}$ ) and plankton conic nets with horizontal trail (diameter:  $\varnothing 60$  cm; mesh #500  $\mu\text{m}$ ). In the second step sub-superficial horizontal pullings were performed in two areas, under different tides, using a conic net (mesh #300  $\mu\text{m}$ ). In the third step samples were collected with neuston nets (superior and inferior; mesh #500  $\mu\text{m}$ ) in a fixed station, for a period of 4 oceanographic campaigns. The fish and the larvae (neuston/plankton) were separated. In the first step 464 individuals were sorted, which corresponded to 15 families. The Clupeidae Family better represented the studied area. Typical organisms of the reef ambient (Carangidae e Lutjanidae) were registered. Differences were observed in the six pulling areas and among the neuston and plankton nets, but no significative difference was registered for the inferior and superior neuston and plankton, although the neuston inferior was more abundant. The plankton net showed a greater density of statistically significant larvae. The larval densities varied from 50 to 616,67 individuals.1000  $\text{m}^{-2}$ . The neustonic layer of Suape constitutes a typical habitat for fish larvae with commercial and ecological importance (Scombridae, Engraulidae, Clupeidae e Bothidae). The Suape Bay showed fish larvae with economical importance, which characterizes this area as a nursery for these families. In step 2, 88% of the findings were Teleostei eggs, while only 12% consisted of larvae. The high tide showed a greater number of eggs and larvae of Teleostei. Considering the total number of Teleostei eggs, the carbon content was 149,49  $\text{mgC.1000 m}^{-3}$  and for the larvae 32,56  $\text{mgC.1000 m}^{-3}$ , showing that the Suape area is still considered to be a fish area, although the larvae are not surviving due to a number of environmental impacts, specially the dredging that causes a great amount of suspended material that damages the breathing of the larvae. In step 3, among the encountered fish larvae, the more abundant population in the inferior neuston was Carangidae (51%), followed by Clupeidae (17%) and Myctophidae (12%). The "others" category describes families with a low percentual and non identified larvae. In the superior neuston, the more abundant family found were: Carangidae (47%), Clupeidae (19%) and Myctophidae (11%) and in the "others" category included other families with low percentual, along with non-identified larvae. There was no statistical difference ( $p > 0,05$ ) between the superior neuston and inferior neuston in the collected samples, neither prior nor after the natural gas plumes' injection, possibly due to the great dilution of the gas in the sea water. So, no relation could be derived between the presence of natural gas plumes and the impacts of the neustonic community.

Key-words: larvae of fishes, biodiversity, biomass, effluent, environments impacts, Pernambuco, Northeastern of Brazil.

## 1. INTRODUÇÃO

Os peixes estão inseridos dentre os recursos naturais importantes para o Brasil, sendo imprescindível o conhecimento das espécies e seus respectivos estoques, em todas as fases do ciclo de vida. Uma das fases mais importantes é a larval, pois todo o estoque de adultos depende do sucesso desta fase.

A maioria das espécies de peixes marinhos apresenta ovos e larvas pelágicas, mesmo algumas espécies de hábitos demersais, que desovam ovos demersais no fundo marinho mas tem larvas que flutuam para a superfície, após a eclosão, passando a um estágio planctônico. Durante os primeiros dias de vida, ovos e larvas permanecem na camada mais superficial da coluna d'água (Matsuura e Olivar, 1999), porém como membros temporários da comunidade planctônica (meroplâncton), o que sugere que suas presenças em amostras de plâncton se relacionam com a atividade reprodutiva dos adultos.

Geralmente, tem-se observado que grande parte dos ovos e larvas de peixes são neustônicos, sendo nêuston a denominação dada à camada mais superficial da coluna d'água marinha, desde a interface atmosfera-água até uma profundidade variando entre 60 cm e 1 metro, bem como às comunidades planctônicas que ela engloba (Bezerra-Jr., 1999). Assim, ovos, larvas e/ou jovens de diversos grupos compõem a fauna neustônica, permanentemente (holonêuston) ou em parte do seu ciclo de vida (meronêuston), onde se inserem os ovos e as larvas ictíacas. A camada neustônica apresenta uma grande dinâmica em seus processos físicos e químicos, por interagir tanto com fenômenos climáticos e meteorológicos da atmosfera adjacente quanto com os

processos oceanográficos das camadas mais profundas da coluna d'água (Lessa *et al.*, 1999; Bezerra-Jr., 1999).

Em regiões de baixas latitudes, a camada epipelágica, que engloba o nêuston, apresenta características peculiares, tais como altos índices de luminosidade, salinidade e temperatura, que não sofrem grandes variações sazonais, nictemerais e espaciais, mas que interferem, de forma incisiva, o ciclo biológico dos seres vivos. Em suas zonas oceânicas e neríticas (mais profundas), evidencia-se, abaixo da camada epipelágica, a existência de uma termoclina permanente, que impede que nutrientes sejam transportados de camadas mais profundas da coluna d'água para a superfície, resultando em águas superficiais oligotróficas (Ekau e Knoppers, 1999; Ekau *et al.*, 1999). Este fato se sugere como a causa da limitação da produção primária, e de toda a teia alimentar que dela se sustenta, nas regiões tropicais.

Em todas as regiões dos oceanos, tanto a distribuição do ictioplâncton quanto do ictionêuston refletem, em diferentes escalas espaço-temporais, padrões oceanográficos e meteorológicos (Richards e Lindeman, 1987; Smith e Suthers, 1999) e biológicos, como a atividade reprodutiva da população adulta (Nonaka *et al.*, 2000), o comportamento (Richards e Lindeman, 1987) e a fisiologia das larvas (Houde e Zastrow, 1993). Entretanto, a conexão entre processos físicos e biológicos é mais claramente observada nas regiões costeira e nerítica, onde gradientes desses processos, ao longo da plataforma, tendem a serem mais condensados do que nas regiões oceânicas (Smith e Suthers, 1999).

Estudos sobre o ictionêuston nerítico têm se limitado às análises de padrões verticais e, sobretudo, horizontais de distribuição de ovos e larvas

(Smith e Suthers, 1999). Diversos estudos (Robertson *et al.*, 1988; Robertson, 1990; Doherty, 1991; Meekan *et al.*, 1993, Robertson *et al.*, 1999) têm reportado uma conexão entre as fases larval e adulta de populações de peixes, indicando que eventos determinados por condições oceanográficas, meteorológicas ou biológicas, na fase planctônica, podem afetar significativamente a composição e a abundância das populações adultas de peixes. Análises sobre composição, distribuição e abundância de ictionêuston e/ou ictioplâncton, conjuntamente com análises das condições oceanográficas locais, podem contribuir para um maior entendimento sobre essa conexão e aumentar significativamente o poder de previsão de modelos que se proponham a estimar o tamanho das populações de peixes.

A importância do conhecimento sobre ictioplâncton e ictionêuston, para a região Nordeste do Brasil, levou o Departamento de Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco a participar do projeto “Transporte e dispersão de uma pluma de gás natural no oceano: caracterização experimental, modelagem matemática e avaliação de impactos”. Dentre outros objetivos, esse grande projeto se propôs a avaliar o efeito dos impactos ambientais decorrentes da dispersão de uma pluma de gás natural, em ambientes tropicais brasileiros, sobre as primeiras fases do ciclo de vida dos peixes, onde se insere o desenvolvimento das atividades que embasaram esta Tese de Doutorado.

A extração de petróleo e gás natural, tanto nas regiões neríticas quanto em alto-mar, é uma atividade industrial em contínuo crescimento, dominante na produção de energia em escala mundial. Assim, é possível afirmar que, enquanto as reservas existentes de óleo e gás sejam passíveis de extração e

as fontes de energia limpa não se tornem mais rentáveis, a indústria petrolífera continuará avançando em busca de profundidades cada vez maiores. Em países como o Brasil, a descoberta de novas jazidas em alto-mar (e.g. pré-sal) representa o aumento daquelas atividades em ambientes marinhos e, conseqüentemente, de riscos causados por acidentes naturais ou antropogênicos.

Para conhecer possíveis riscos gerados pela indústria de petróleo e gás, alguns estudos vem sendo realizados, com base em simulações de vazamentos e dispersões de plumas de óleo e gás em águas profundas (Yapa *et al.*, 2001; Johansen *et al.*, 2003; Chen e Yapa, 2004a,b; Yapa e Chen, 2004; Dasanayaka e Yapa, 2009) e em estudos ecotoxicológicos sobre o efeito do óleo, do gás e de seus derivados em organismos marinhos. Estes estudos podem facilitar a elaboração de planos de contingência por parte das entidades de controle e regulamento ambiental, a fim de minimizar os impactos causados pela indústria petrolífera.

O gás natural (GN) é um combustível fóssil, encontrado em rochas porosas no subsolo, composto por gases inorgânicos e hidrocarbonetos saturados, no qual predomina metano e, em menores quantidades, etano, propano e butano (Camacho, 2005). Estudos sobre a evolução e os efeitos desses hidrocarbonetos gasosos em campo e, especialmente, que avaliem seus impactos sobre organismos, populações e ecossistemas aquáticos, são muito limitados (Patin, 1999). O monitoramento *in situ* das diversas comunidades marinhas pode enriquecer o conhecimento sobre os efeitos de poluentes, como o GN, no meio natural, além de orientar novas pesquisas ecotoxicológicas em laboratório.

O presente trabalho analisou os resultados do acompanhamento da comunidade ictioneustônica durante a realização de uma série de experimentos, em campo, de dispersão de plumas de gás natural, em diferentes condições ambientais. Tem sua relevância, principalmente, por proporcionar a delimitação de áreas de reprodução e de desenvolvimento larval das espécies de interesse econômico e/ou ecológico, no Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca - PE) e águas costeiras adjacentes; servir como “termômetro da saúde” dos estuários componentes daquele complexo estuarino; caracterizar o habitat de fases iniciais do ciclo de vida de espécies de peixes de importância econômica e/ou ecológica; e pelo ineditismo apresentado para a região de Suape e adjacências.

## **2 BASE CONCEITUAL**

### **2.1 Hipótese**

As comunidades ictioneustônica e ictioplanctônica são afetadas negativamente pelo efeito de plumas de gás natural, em diferentes condições ambientais.

### **2.2 Tese**

O conhecimento sobre o ictioneuston e o ictioplâncton é fundamental na compreensão da ecologia e evolução de peixes e de suas populações (Moser e Smith, 1993), observando-se um considerável acréscimo no número de estudos sobre ovos e larvas de peixes, nos últimos anos, principalmente pela resposta que essa comunidade oferece em relação às condições do ambiente e também das populações adultas. Desta forma, os estudos sobre a biologia dos peixes não podem ser considerados adequados quando não se tem conhecimento da história natural e da ecologia das fases iniciais de desenvolvimento desses organismos (Leis e Trnski, 1989). Hempel (1973) ressaltou que estudos sobre o ictioplâncton se mostram importantes para a obtenção de subsídios aos estudos de biologia e sistemática, para a detecção e a avaliação de estoques pesqueiros, bem como para o conhecimento da dinâmica das populações.

No intuito de se prever, cada vez mais com melhor eficiência, os rendimentos da pesca, estudos sobre a distribuição e a abundância do

ictionêuston/ictioplâncton cresceram na área de recursos pesqueiros (Lessa *et al.*, 1999). Isto se deve ao fato de estudos sobre ovos e larvas de peixes possibilitarem a detecção e a avaliação dos estoques de peixes, e embasarem a localização e a delimitação de áreas de desova das diversas espécies, demonstrando-se de grande valia para a geração de conhecimento para a ictiologia, para a construção de um inventário ambiental e para o monitoramento dos estoques e manejo da pesca, fornecendo conhecimento geral da biologia, genética e sistemática (Baumgartner *et al.*, 2004), o que contribui para a biotecnologia de conservação das espécies.

Em face das larvas se apresentarem de forma distinta do adulto, em relação aos requerimentos ecológicos e na obtenção de recursos, e por representarem fases críticas para o recrutamento, o estudo de ovos e larvas de peixes tem suma importância para o entendimento global da auto-ecologia e da dinâmica populacional das espécies. O fato das larvas serem tênues natantes e estarem confinadas à camada superficial da coluna d'água torna seu estudo vantajoso para estimativas de biomassa e monitoramento das populações de peixes de uma região, atuando nas medidas de orientação e proteção das áreas de desova e dos criadouros naturais das espécies, na construção e funcionamento de barragens e na proteção e monitoramento da biodiversidade ictíaca. Para a identificação e delimitação de áreas de desova, torna-se necessário que o estudo do ictioplâncton compreenda a área de distribuição da espécie (Nakatani *et al.*, 2001).

Das características hidrográficas das massas de água e de suas variações regionais e sazonais, depende diretamente o estudo do ictionêuston/ictioplâncton, especialmente quanto a sua composição específica,

estrutura da comunidade, dinâmica da população, abundância e biomassa (Yoneda, 2000). Vários estudos, em diferentes áreas geográficas, concentraram-se sobre diferentes aspectos do comportamento de larvas de peixes, seu ambiente físico e sua contribuição para a formação e a composição das assembléias ictioplanctônicas (Moser e Smith, 1993; Richards *et al.*, 1993).

As associações multiespecíficas de larvas de peixes são consequência da adaptação evolutiva convergente e resultam de respostas similares ao ambiente pelágico, bem como dos fatores que influenciam sua formação, manutenção e desagregação (Frank e Legett, 1983; Mafalda-Jr. *et al.*, 2006). Por outro lado, a detecção de uma função adaptativa, intrínseca a estas associações, é dificultada pela compreensão limitada sobre a estrutura e a dinâmica das comunidades pelágicas em geral (Moser e Smith 1993).

Em larga escala (entre 100 e 1.000 Km<sup>2</sup>), a distribuição das populações de peixes e suas estratégias de desova são influenciadas por padrões oceanográficos dominantes (Norcross e Shaw, 1984; Sherman *et al.*, 1984). Segundo Moser e Smith (1993), a distribuição dos adultos e a sazonalidade da desova são os principais elementos que definem a composição taxonômica das associações de larvas de peixes. Em menor escala (<100 Km<sup>2</sup>), fatores ambientais, como: correntes, temperatura superficial do mar (tsm), biomassa primária e secundária do plâncton, e abundância de presas e predadores, afetam a formação e a manutenção das associações ictioplanctônicas (Doyle *et al.*, 1993; McGowen, 1993). A desagregação de uma associação pode ser consequência da ocorrência de recrutamento, fluxos turbulentos ou migração vertical (Boehlert e Mundy, 1993).

Assim, observa-se que os padrões de distribuição de ovos e larvas de peixes, em qualquer região do oceano, estão relacionados com a atividade reprodutiva da população adulta e com características topográficas e hidrográficas, que afetam a dispersão das larvas. Um estudo dos padrões de distribuição de ovos e larvas de peixes contribui para compreender as inter-relações entre as espécies, nas suas fases iniciais de vida, bem como para evidenciar padrões de desova de adultos. Esses padrões de distribuição, entre as espécies ictíacas, decorrem das atividades reprodutivas sincronizadas das diferentes espécies, que foram desenvolvidas durante a adaptação evolutiva às condições geográficas e oceanográficas. Ainda, seus estudos podem fornecer informações sobre as estratégias reprodutivas adotadas por cada espécie, em resposta aos processos físicos e biológicos da região, informações estas que são importantes para uma utilização racional dos recursos pesqueiros e para a compreensão do estado ecológico das espécies, em um ecossistema marinho (Nonaka *et al.*, 2000).

Há várias décadas, acredita-se que hora e local de desova de espécies de peixes estão sincronizados e adaptados ao regime ambiental adequado à sua sobrevivência (Cushing, 1969). Habitats favoráveis às larvas de peixes são definidos por fatores biológicos (*e.g.* alta abundância de alimentos associada à baixa abundância de predadores) e fatores abióticos (*e.g.* padrões de circulação marinha promovendo retenção ou transporte para áreas-berçário) (Heath, 1992). No entanto, no momento da desova e subsequente desenvolvimento larval, as condições ambientais podem variar de ano para ano, devido às variações das características ambientais, alterações no calendário de desova ou uma combinação de ambos (Frank, 1989).

Potencialmente, padrões de circulação também poderiam influenciar na distribuição das assembléias das larvas de peixes, devido ao recrutamento da população adulta (Somarakis *et al.*, 2002). Variações no ambiente oceanográfico podem causar alterações na distribuição espaço-temporal dos peixes adultos e nas características de seu ambiente de desova, tais como época, duração e local (Doyle *et al.*, 1993). Há princípio, o início da desova é definido pelos adultos; mas uma combinação de parâmetros abióticos e fatores biológicos, tais como o movimento da água e a temperatura com a distribuição e a abundância de presas e predadores, agem diretamente sobre as larvas, influenciando em sua distribuição, abundância, crescimento e sobrevivência (Heath, 1992).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

O principal objetivo deste estudo foi acessar os padrões de distribuição espacial e abundância de ovos e larvas de peixes em Suape. Adicionalmente, avaliando a influência da topografia e de processos oceanográficos preponderantes na área sobre a composição do ictionêuston. Este estudo provê informações necessárias para um monitoramento a longo prazo das assembleias do ictionêuston/ictioplâncton em Suape e para a geração de hipóteses testáveis a respeito de potenciais mudanças na composição, distribuição espacial e na abundância destas assembleias.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar as larvas ao nível taxonômico de família;
- Quantificar os indivíduos de cada família;
- Observar os padrões de distribuição espacial;
- Identificar áreas-berçário;
- Avaliar a biomassa e produtividade secundária;
- Verificar se existe uma resposta mensurável do efeito do gás natural na estrutura da comunidade ictioneustônica e ictioplanctônica do complexo estuarino de Suape.

#### **4. REVISÃO DA LITERATURA SOBRE ICTIOPLÂNCTON E ICTIONÊUSTON NO BRASIL**

Estudos sobre o ictioplâncton tiveram início no século XIII, quando o cientista norueguês G. O. Sars reportou a presença de ovos de peixes no plâncton (Russell, 1976). Desde então, cientistas europeus descreveram os primeiros estágios do ciclo de vida dos peixes do Mar do Norte, enquanto Ehrenbaum (1909) publicou o primeiro livro sobre o ictioplâncton do nordeste do oceano Atlântico. Após a Segunda Guerra Mundial, os primeiros estágios de vida dos peixes foram intensamente estudados, resultando em uma grande quantidade de informações, principalmente sobre morfologia de ovos e larvas (Matsuura e Olivar, 1999).

No Brasil, os estudos sobre ovos e larvas de peixes se iniciaram a partir da década de 1960, com os primeiros trabalhos sendo publicados na década seguinte, sobre pesquisas realizadas para as regiões Sul e Sudeste do país (Matsuura, 1971a, b; Matsuura, 1972; Phonlor, 1973; Matsuura, 1974; Matsuura, 1975a, b, c; Phonlor, 1975; Castello, 1976a, b, c; Matsuura, 1976; Castello, 1977a, b; Matsuura, 1977a, b, c; Weiss e Krug, 1977; Matsuura e Sato, 1978; Matsuura *et al.*, 1978; Matsuura e Nakatanj, 1979; Matsuura e Katsuragawa, 1981; Matsuura e Yoneda, 1986; Matsuura *et al.*, 1992; Matsuura e Kitahara, 1995, dentre outros).

Weiss *et al.* (1976) apresentaram importante contribuição ao conhecimento do ictioplâncton marinho ocorrente na plataforma sul do Brasil, região sobre a qual Weiss e Souza (1977a) descreveram larvas, pós-larvas e jovens de espécies da família Engraulidae, assim como do Uruguai e da Argentina, e deram enfoque à desova invernal da anchova *Engraulis anchoita*

(Weiss e Souza, 1977b), entre 1970 e 1976. Posteriormente, Katsuragawa e Matsuura (1990), Katsuragawa *et al.* (1993), Katsuragawa e Dias (1997), Freitas *et al.* (1998), Nagata *et al.* (1998), Franco e Muelbert (2003), Franco *et al.* (2006) e Freitas e Muelbert (2004) também estudaram a distribuição e a abundância do Ictioplâncton nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, estudos estes que foram complementados por Katsuragawa *et al.* (2006, 2008) e Lopes *et al.* (2006), que apresentaram descrições mais detalhadas sobre o ictioplâncton naquelas regiões.

Para o Rio de Janeiro, Silva e Bonecker (1988) pesquisaram o ictioplâncton em um ponto fixo na baía de Guanabara (RJ), coletado com rede de 500 m de abertura de malha, onde foram identificadas sete famílias, com destaque para a família Engraulidae, por sua abundância no inverno, primavera e verão, e para Clupeidae, no outono. Dez anos depois, Kurtz *et al.* (1998) estudaram a distribuição e a abundância ictioplânctônicas na região costeira do estado do Rio de Janeiro, abrangendo, também, o estado vizinho do Espírito Santo. Posteriormente, Castro *et al.* (2005), também naquela baía, analisaram a variação sazonal das larvas de peixes.

Os estudos sobre ovos e larvas de peixes têm subsidiado pesquisas das mais variadas características. Muelbert (1995) apresentou técnicas fluorimétricas para a determinação de RNA e DNA em larvas de peixes. Albuquerque e Muelbert (2004) avaliaram o uso de hematoxilina para evidenciar o contraste nos incrementos de crescimento em otólitos de larvas da corvina *Micropogonias furnieri* (Pisces, Sciaenidae), estudos estes que forneceram o embasamento necessário para que Albuquerque *et al.* (2009)

validassem os incrementos de crescimento de *M. furnieri*, através de cultivo em laboratório.

Estudos mais específicos também foram desenvolvidos por diversos pesquisadores, como Matsuura e Katsuragawa (1981), que caracterizaram as larvas e jovens do cangulo *Balistes capriscus* (Pisces, Balistidae) no sul do Brasil; Muelbert *et al.* (1994), que publicaram sobre a importância de turbulências em pequena escala na alimentação de larvas do arenque; Muelbert e Sinque (1996), que apresentaram a distribuição de larvas de *Pomatomus saltatrix* na plataforma continental sul brasileira; Katsuragawa e Matsuura (1992) e Katsuragawa (1997), que descreveram o desenvolvimento larval de espécies da família Carangidae, naquela região, e Ibagy e Sinque (1995) e Itagaki *et al.* (2007), que reportaram a distribuição de ovos e larvas de espécies da família Sciaenidae (Perciformes, Teleostei), na área costeira do Rio Grande do Sul. Restritamente para a região Sudeste, Matsuura *et al.* (1993) estudaram as larvas da família Bregmacerotidae (Teleostei), enquanto, de forma mais ampla, para oceano Atlântico sul, Weiss *et al.* (1987) acompanharam o desenvolvimento larval de *Antigonia capros* (Lowe, 1843) e *Zenopsis conchifer* (Lowe, 1852). Aqueles autores foram seguidos mais tarde por Weiss *et al.* (1998), que estudaram ovos e larvas de *Maurolicus muelleri* (Cymelin, 1789) (Teleostei, Sternoptychidae), também no Atlântico Sul.

Quase dez anos depois, Barros *et al.* (2007) descreveram as larvas de duas espécies de Fistulariidae (Teleostei, Syngnathiformes) e Gigliotti *et al.* (2010) pesquisaram a distribuição espacial de ovos e mudanças geográficas no habitat da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis*.

Quando analisada a realização de pesquisas sobre o ictioplâncton marinho e estuarino, em relação às distintas regiões do Brasil, é evidente o destaque apresentado pela região Sul, principalmente por Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

No Rio Grande do Sul, a Lagoa dos Patos se apresenta como a área mais estudada por diversos pesquisadores, como Weiss e Krug (1977), que apresentaram características do desenvolvimento e metamorfose de *Lycengraulis olidos* (Engraulidae) e *Brevoortia pectinata* (Clupeidae) coletadas naquela área; Weiss e Souza (1978, 1980), que apresentaram uma resenha das investigações sobre o ictioplâncton no estuário da lagoa, e Weiss e Haimovici (1978), que publicaram um resumo dos estudos realizados sobre desova, fecundidade e desenvolvimento embrionário e larval de *Catathyridium garmani* (Soleidae). Também para aquele importante estuário, Souza (1978) apresentou resultados sobre a alimentação de larvas da corvina *M. furnieri* (Sciaenidae), que é capaz de iniciar sua alimentação ativa, principalmente sobre copépodes, antes de completar a reabsorção do vitelo; Weiss (1982) e Weiss e Mafalda-Jr (1984) identificaram 18 espécies ictioplanctônicas, além de dois gêneros e uma família, com *M. furnieri* sendo a espécie mais abundante ao nível de ovos e *Lycengraulis grossidens* ao nível de larvas.

Alguns anos depois, ainda para a Lagoa dos Patos (RS), Gonçalves *et al.* (1999) fizeram a descrição trófica dos primeiros estágios de vida de *M. furnieri* (Sciaenidae); Mafalda-Jr (1987) realizou um estudo complementar sobre a identificação das larvas e jovens de peixes, além de apresentar a caracterização de larvas e jovens de *Gobiosoma parri* (Pisces: Gobiidae), na área industrial da lagoa (Mafalda-Jr, 1989). Posteriormente, Muelbert e Weiss

(1991) apresentaram estudo sobre a distribuição e a abundância de larvas de peixes na área do canal da lagoa; Martins *et al.* (2007) elaboraram uma modelagem numérica da dispersão de ovos de peixes, e, mais recentemente, novos estudos com *M. furnieri* foram realizados por Bruno e Muelbert (2009), sobre sua distribuição espacial e variações temporais da abundância de seus ovos e larvas, nessa mesma área. Quando ampliado o foco, da Lagoa dos Patos para a costa do Rio Grande do Sul, como um todo, Busoli e Muelbert (1999, 2003) descreveram, no extremo sul do Brasil, a composição taxonômica e distribuição do ictioplâncton na zona de arrebentação da praia do Cassino (RS).

Em Santa Catarina, estudos foram realizados sobre o ictioplâncton da Enseada Armação de Itapororoy, por Rutkowski (2005) que, subsequentemente, estudou o ictioplâncton da Reserva Biológica do Arvoredo e adjacências (Rutkowski, 2009). A distribuição do ictioplâncton da baía de Babitonga foi estudada por Costa (2007) e Souza-Conceição (2008). A distribuição espaço-temporal do ictioplâncton da Baía Sul de Florianópolis foi estudada por Malanski *et al.* (2008) e o da Lagoa Ibiraquera por Macedo-Soares *et al.* (2009).

De forma distinta, algumas espécies de peixes são alvo de um maior número de estudos, sobre si realizados, como, por exemplo, a anchoíta *Engraulis anchoita*. Asano *et al.* (1991) estudaram a produção diária de ovos de *E. anchoita*; Matsuura *et al.* (1992) apresentaram estudos comparativos sobre desova de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) e anchoíta (*E. anchoita*) na região de Ubatuba (SP). Vaz *et al.* (2007) apresentaram um modelo sobre transporte e retenção de larvas e jovens de *Engraulis anchoita* Hubbs e Marini,

1935 (Clupeiformes, Engraulidae) ao longo da plataforma continental do Atlântico Sudoeste Central.

O ictioplâncton de Cananéia foi estudado por Sinque (1978, 1980) e Sinque e Yamanaca (1982) onde foram identificadas e descritas, no primeiro destes trabalhos, larvas de corvina *Micropodon furnieri*, coletadas em duas estações fixas, cuja época de maior densidade se dá de junho a novembro, embora ocorram o ano todo. No segundo e terceiro trabalhos, observou-se um decréscimo no número de ovos à medida que se afastava da boca do estuário, ocorrendo picos sazonais de outubro até março. Os ovos pertenciam a várias famílias, destacando-se Sciaenidae, com as seguintes larvas: *Cynoscion leiarchus*, *Menticirrhus americanus*, *Micropogon furnieri*, *Stellifer rastrifer*, *Macrodon ancylodon* e *Isopisthus parvipinnis*.

Para a região Nordeste do Brasil, os estudos são mais recentes e concentrados na Zona Econômica Exclusiva, como aqueles de Ekau *et al.* (1999), sobre a distribuição em larga escala do ictioplâncton da ZEE; e de Bezerra-Jr. (1999) e de Lessa *et al.* (1999, 2000), sobre o ictionêuston oceânico da região. Pinto *et al.* (2002) estudaram a distribuição de larvas de *Katsuwonus pelamis* (Pisces, Scombridae), em larga escala, ao longo da ZEE, enquanto Mafalda-Jr e Souza (2004, 2009) e Mafalda-Jr *et al.* (2009), posteriormente, complementaram os estudos sobre o ictioplâncton, apresentando uma síntese dos estudos realizados no período de 1995 a 2000, dentro do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE), Sub-Comitê Regional Nordeste (SCORE-NE). Ainda na ZEE – NE, estudo mais direcionado à determinada espécie foi apresentado por Pinto *et al.* (2002) sobre a distribuição em larga

escala de larvas de *Katsuwonus pelamis* (Pisces, Scombridae), enquanto Mafalda-Jr *et al.* (2009) apresentaram a composição de larvas de Trichiuridae e Gempylidae (Teleostei) e suas associações com massas d'água no oceano Atlântico Sudoeste. Por outro lado, Souza *et al.* (2010) apresentaram os padrões espaciais e temporais de larvas da família Scaridae.

Mais estritamente sobre o ictionêuston, os estudos no Brasil são recentes, destacando-se, para o Nordeste, aqueles supracitados de Bezerra-Jr (1999) e Lessa *et al.* (1999), ambos relacionados à cadeia norte e ilhas oceânicas. Para a região Sudeste, cita-se o trabalho de Lopes *et al.* (2000), na plataforma interna da região de São Sebastião – SP.

Quanto aos estudos em áreas mais específicas do Nordeste, Mafalda-Jr (1991) apresentou os resultados sobre o ictioplâncton da Lagoa Mundaú (AL) tendo registrado ovos e larvas das famílias Engraulidae, Carangidae, Sciaenidae, Mugilidae e Soleidae. Posteriormente, Mafalda-Jr *et al.* (1996) caracterizaram o ictioplâncton do sistema estuarino lagunar de Jequiá, Alagoas, enquanto Silva *et al.* (1997) apresentaram um estudo da comunidade ictioplancônica da corrente do Brasil, na área entre Salvador, BA e Aracaju, SE. Para a Bahia, Nonaka *et al.* (2000) apresentaram as assembléias de larvas de peixes em relação a condições oceanográficas na região de Abrolhos, enquanto Mafalda-Jr. *et al.* (2004, 2006) apresentaram a distribuição e abundância do Ictioplâncton na Costa Norte da Bahia, Brasil. Quanto aos efeitos de atividades petroquímicas impactantes no ictioplâncton Mafalda-Jr *et al.* (2008) referem-se a efeitos negativos já detectados na Baía de Todos os Santos. Ainda na Bahia, Marcolin *et al.* (2010) apresentaram a composição do ictioplâncton em dois estuários tropicais. Para Pernambuco, Ekau *et al.* (1996)

descreveu a comunidade ictioplanctônica do Canal de Santa Cruz (Itamaracá) e Bezerra-Jr. *et al.* (2011) descreveu a biodiversidade ictioneustônica e ictioplanctônica de Suape.

Para a região Norte do Brasil, estudos sobre o ictioplâncton do Pará foram realizados por Sinque *et al.* (1982, 1983), que observou o predomínio de larvas das famílias Gobiidae, Sciaenidae e Engraulidae. Posteriormente, Sinque (1989) apresentou dados sobre o ictioplâncton, onde se destacaram por ordem decrescente quantitativa: Gobiidae, Engraulidae, Sciaenidae, Soleidae e Bleneiidae, sendo a primavera a estação mais rica em desovas. Ainda para o Pará, estudos sobre o ictioplâncton foram realizados em áreas estuarinas por Barletta-Bergan *et al.* (2002a, b). Para a ZEE do Maranhão estudos foram realizados por Silveira (2003) e do Amapá por (Souza *et al.*, 2003).

## **5 MATERIAL E MÉTODO**

### **5.1 Descrição de área**

O Complexo Industrial e Portuário de Suape (CIPS) (Figura 1) se localiza em uma região que abrange trechos dos municípios do Cabo de Santo Agostinho e de Ipojuca (Pernambuco, Brasil), situados na zona fisiográfica do litoral, compreendida entre 8°15' e 8°30' S e de 34°55' a 35°05' W, e distantes cerca de 40 km ao sul da cidade do Recife (Neumann-Leitão, 1994) (Figura 2). O CIPS, que possui área aproximada de 2.000 ha, é formado por duas áreas portuárias, uma externa e outra interna, divididas por um cordão de recifes; e por duas bacias de evolução: porto externo, com 580 m de diâmetro e 15,5 m de profundidade média, e porto interno, com 420 m de diâmetro e 15,5 m de profundidade média (Empresa Suape, 2002).

Toda a região, inserida no Complexo Estuarino de Suape, apresenta uma fisionomia geomorfológica semelhante (aplainada), dividida, em sua porção média, pelo afloramento das massas vulcânicas fissurais do cabo de Santo Agostinho (Santos e Costa, 1974).

Segundo Melo-Filho (1977) e Neumann-Leitão (1994), antes da implantação do porto de Suape, o Complexo Estuarino de Suape era cortado por diversos rios e riachos, com maior concentração ao sul do cabo de Santo Agostinho, dentre os quais convergiam para a baía de Suape os rios Massangana, Tatuoca, Ipojuca e Merepe, estes dois últimos com águas canalizadas pela extensa linha de recifes de arenito. Após a implantação do porto, apenas os rios Massangana (profundidade do canal entre 7 e 8 metros) e

Tatuoca (profundidade de 4 a 5 metros) convergiram para aquela baía, devido ao aterro de toda a área que a interligava aos rios Ipojuca (entre 3 e 4 metros de profundidade do canal) e Merepe (< 3 metros) (Figura 3).

Com o progressivo assoreamento das margens, as valas daqueles rios vêm sendo preenchidas por sedimentos e suas profundidades vêm diminuindo progressivamente, principalmente no Massangana e no Tatuoca. Ainda, devido à precária comunicação do Ipojuca e do Merepe com o mar, foram abertas passagens, em 1983, através da quebra parcial dos recifes, o que permitiu a ligação com o mar, porém apenas durante a preamar.



Figura 1 – Complexo Industrial e Portuário de Suape. Ipojuca, Pernambuco.



Antes da implantação do porto de Suape, dados hidrológicos obtidos por Cavalcanti *et al.* (1980) permitiram a classificação do ecossistema em três zonas: a primeira abrangendo a baía de Suape, caracterizada como marinha costeira; a segunda, compreendendo os rios Massangana e Tatuoca, caracterizada como zona estuarina com regime salino polialino; e a terceira correspondendo ao estuário do rio Ipojuca, com regime de salinidade variando de polialino a limnético. Após a implantação do porto, a baía de Suape continuou com características marinhas, os rios Massangana e Tatuoca passaram a apresentar altas salinidades em suas áreas mais internas, enquanto o rio Ipojuca continuou polialino, porém com variações máximas e mínimas mais acentuadas e ciclos irregulares, em consequência da alteração no ritmo das marés (Neumann-Leitão, 1994).

O clima predominante sobre a região de estudo é do tipo litorâneo, quente e úmido, As' no sistema de classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica anual elevada, em torno de 1.800 mm, mais concentrada entre maio e setembro. A temperatura do ar varia entre 25° e 30°C. A área sofre influência dos ventos alísios que sopram, predominantemente, da direção SE e NE (NIMER, 1979). O regime pluviométrico varia entre 1.500 e 2.500 mm.ano<sup>-1</sup>, aproximadamente, com maior concentração de março a agosto (período chuvoso); a umidade relativa do ar média anual fica constantemente acima dos 80%; a taxa de evaporação média anual é de, aproximadamente, 170 mm, enquanto o regime dos ventos é predominantemente de Sudeste, com variação de Leste e Nordeste e velocidade média de, aproximadamente, 2,5 m.s<sup>-1</sup> (Andrade e Lins, 1971);

A vegetação, predominantemente de manguezal, passou a sofrer um processo de degradação acentuado, a partir da década de 1980, como aterros, dragagens e represamentos, quando da implantação do CIPS (Braga *et al.*, 1989). Sob sua Jurisdição, aquele Complexo abriga 1.005 ha de manguezal, dos quais 60 % já estão degradados, nos rios Tatuoca e, parcialmente, Massangana e Ipojuca. A fauna de maior expressão econômica (nas águas) é constituída, principalmente, por moluscos, crustáceos e peixes, também diminuída gradativamente pela pesca artesanal predatória e pela poluição (CONDEPE, 1983).

## **5.2 Desenho amostral**

O projeto foi dividido em três etapas:

Etapa 1 - Diversidade e distribuição do ictionêuston na área de Suape;

Etapa 2 - Densidade e biomassa espacial e temporal do ictioplâncton, na área do estudo;

Etapa 3 - Determinação da estrutura da comunidade de ictionêuston antes e depois das injeções de gás natural, em águas costeiras adjacentes ao Complexo Estuarino de Suape.

### **5.2.1 Etapa 1**

Amostras de plâncton foram obtidas em arrastos horizontais superficiais, realizados com o emprego de um barco de pesca artesanal motorizado, com 10 minutos de duração a uma velocidade de 2 nós (cada arrasto), em outubro de 2008. As diferenças hidrológicas, reportadas anteriormente (ver tópico 5.1 –

descrição da área), induziram à seleção das áreas de varredura, que corresponderam a: três transectos paralelos ao recife de arenito, dispostos a 3 km do recife (área A), a 1,5 km dele (área B) e adjacente a ele (área C); foz do rio Ipojuca (área D); porto interno (área E), e baía de Suape (área F) (Figura 4).



Figura 4 – Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca - PE), com destaque para e áreas de coleta de amostras durante a etapa 1, em outubro de 2008, onde: A – transecto distante 3 km da costa; B – distante 1,5 km da costa; C – adjacente ao recife de arenito; D – foz do rio Ipojuca; E – porto interno; F – baía de Suape. Fonte: Google.

As amostras do nêuston foram coletadas com o auxílio de duas redes cônicas superpostas (1,5 m de comprimento), com boca retangular (29,3 x 15,2 cm) e abertura de malha de 500  $\mu$ m: uma superior, destinada à coleta do nêuston superior (epinêuston), na lâmina d'água; e outra inferior, para coletar o nêuston inferior (hiponêuston), até 60 cm de profundidade. Devido à dificuldade na logística do emprego de um catamarã (Lessa *et al.*, 1999; Bezerra-Jr, 1999) arrastado por uma embarcação de pequeno porte e em áreas onde seu manuseio ficaria dificultado, um petrecho de alumínio foi confeccionado no

Departamento de Oceanografia da UFPE, pelo servidor público Zinaldo Ferreira dos Santos, que foi previamente testado em arrastos realizados em piscina.

As redes de nêuston foram acopladas à estrutura de alumínio, dotada de flutuadores (Figura 5a). Na boca da rede inferior, foi fixado um fluxômetro (*Hydrobios® propeller*) para auxiliar nos cálculos do volume de água filtrado pelas redes.

Alternadamente àqueles arrastos, amostras de plâncton também foram coletadas com o auxílio de uma rede cônica com 1,5 m de comprimento, boca circular ( $\varnothing$  60 cm) e abertura de malha de 500  $\mu$ m (Figura 5b). Esta rede foi dotada de fluxômetro, fixado no centro da boca, do qual se obtiveram dados para auxiliar a estimativa do volume de água filtrada, e bóia, fixada na parte superior da boca, no intuito de mantê-la na camada mais superficial da coluna d'água. Esta rede foi arrastada nas mesmas áreas e horários subseqüentes àqueles abordados pelas redes de nêuston, no intuito de se obter um incremento no número de larvas coletadas, dado ao esperado baixo número de larvas coletadas por aquelas redes, reportado ao longo do tempo (Lessa *et al.*, 1999; Bezerra-Jr, 1999).



Figura 5 – (a) Redes de nêuston superior e inferior, acopladas à uma estrutura metálica composta por duas aberturas de “boca” retangulares (A), dotada de

flutuadores (B) e cabos de tração (C); e (b) rede cônica de abertura de “boca” circular ( $\varnothing = 60$  cm), todas com abertura de malha de 500  $\mu$ m.

Devido às variações da maré e logística do embarque, as áreas foram varridas em distintos períodos do dia: A, B e C pela manhã; D e E à tarde, e F à noite. A área D, correspondente à foz do rio Ipojuca, determinou a logística das coletas, devido a sua varredura propositalmente na preamar, visando avaliar a influência exercida pelo rio Ipojuca na composição taxonômica das amostras. Nos resultados, os arrastos de nêuston superior e inferior e horizontais (rede cônica) foram abreviados pelas siglas NS, NI e H, respectivamente.

Imediatamente após cada arrasto, as amostras foram acondicionadas em recipientes com capacidade para 250 ml, etiquetadas e fixadas em solução salina de formol a 4%, tamponada com tetraborato de Sódio (bórax). Ainda, aferições da temperatura superficial da água (tsm) e salinidade superficial (ss), além de coletas de amostras de água, foram realizadas subsequentemente à cada arrasto, as análises dos fatores abióticos.

### **5.2.2 Etapa 2**

Foram coletadas amostras de plâncton no período de maio de 2009 a novembro de 2010, em 2 estações (E5 e E6), na desembocadura do rio Tatuoca e na baía de Suape, sob a influência daquele rio, em área próxima ao Estaleiro Atlântico Sul (Suape-PE), durante as preamares e baixa-mares, em marés de sizígia e de quadratura, totalizando 80 amostras. A avaliação da produtividade foi feita com dados coletados durante um ano, bem como sob a

influência de várias marés, no intuito de se verificar as possíveis variações anuais.

As coletas para estudo do plâncton, nesta etapa, foram realizadas através de arrastos horizontais à superfície, com rede de plâncton com 1 m de comprimento, 30 cm de diâmetro de boca e malha com abertura de 300  $\mu$  m (Figura 6; Tabela 1), utilizando-se barco a motor. Os arrastos tiveram duração de 3 minutos e a velocidade de arrasto fez cerca de 1 nó. Após cada coleta, o material foi fixado com formol neutro a 4% e armazenado em frascos plásticos, de acordo com a metodologia descrita por Newell e Newell (1963).

Tabela 1 - Dados das coletas do macrozooplâncton na área de Suape (PE), no período de maio de 2009 a novembro de 2010.

<b>Campanha</b>	<b>Data</b>	<b>Maré</b>	<b>Período</b>
<b>C1</b>	08/05/2009	Sizígia	Chuvoso
<b>C2</b>	15/05/2009	Quadratura	Chuvoso
<b>C3</b>	10/07/2009	Sizígia	Chuvoso
<b>C4</b>	16/07/2009	Quadratura	Chuvoso
<b>C5</b>	19/10/2009	Sizígia	Seco
<b>C6</b>	23/10/2009	Quadratura	Seco
<b>C7</b>	17/11/2009	Sizígia	Seco
<b>C8</b>	20/11/2009	Quadratura	Seco
<b>C9</b>	04/12/2009	Sizígia	Seco
<b>C10</b>	09/12/2009	Quadratura	Seco
<b>C11</b>	15/03/2010	Sizígia	Chuvoso
<b>C12</b>	24/03/2010	Quadratura	Chuvoso
<b>C13</b>	24/04/2010	Sizígia	Chuvoso
<b>C14</b>	05/05/2010	Quadratura	Chuvoso
<b>C15</b>	17/07/2010	Sizígia	Chuvoso
<b>C16</b>	20/07/2010	Quadratura	Chuvoso
<b>C17</b>	06/09/2010	Sizígia	Seco
<b>C18</b>	15/09/2010	Quadratura	Seco
<b>C19</b>	22/11/2010	Sizígia	Seco
<b>C20</b>	26/11/2010	Quadratura	Seco

### 5.2.3 Etapa 3

Os dados necessários às fases de levantamento, calibração e validação do modelo de evolução da pluma de gás do macroprojeto foram fornecidos a partir da realização de 3 campanhas de campo (Figura 2, Tabela 2). Cada campanha foi realizada visando à caracterização das forçantes hidrodinâmicas existentes nos períodos de estiagem e chuvoso do ano, como o efeito de sazonalidade, a maior ou menor intensidade de ventos e os diferentes níveis de estratificação vertical da coluna d'água, nas condições de maré de sizígia e de quadratura, além dos estágios de maré baixa-mar, enchente e vazante, onde se alcançaram as maiores velocidades de transporte horizontal.

Tabela 2 - Dados das coletas do plâncton, para análise da influência do gás natural na área de Suape (PE), onde: qua – quadratura; siz – sizígia; pm – preamar; vz – vazante; bm – baixamar.

Campanha gás	Data	Maré	Período
G1	23/12/2007	qua: vz e bm	Seco
G2	05/07/2008	qua: vz e bm	Chuvoso
G3	10/07/2008	siz: pm e vz	Chuvoso

Amostras de plâncton foram coletadas antes e depois da injeção de gás em águas costeiras adjacentes ao Complexo Estuarino de Suape, durante cada campanha, obtendo-se um total de 6 amostras do nêuston superior e 6 amostras do nêuston inferior, além de 6 amostras coletadas na camada superficial, sem distinção, com a rede cônica horizontal. Nas coletas, arrastos horizontais superficiais foram realizados durante 5 minutos a uma velocidade entre 1 e 2 nós (cada arrasto), com redes de nêuston superior e inferior, com

boca retangular e malha de 500  $\mu\text{m}$ , e rede cônica (vide tópico 5.2.1, figura 5). Um fluxômetro foi adaptado à boca da rede de nêuston inferior, por esta se manter totalmente submersa durante todo o arrasto (Bezerra-Jr, 1999), e rede cônica, para auxiliar nos cálculos do volume de água filtrada.

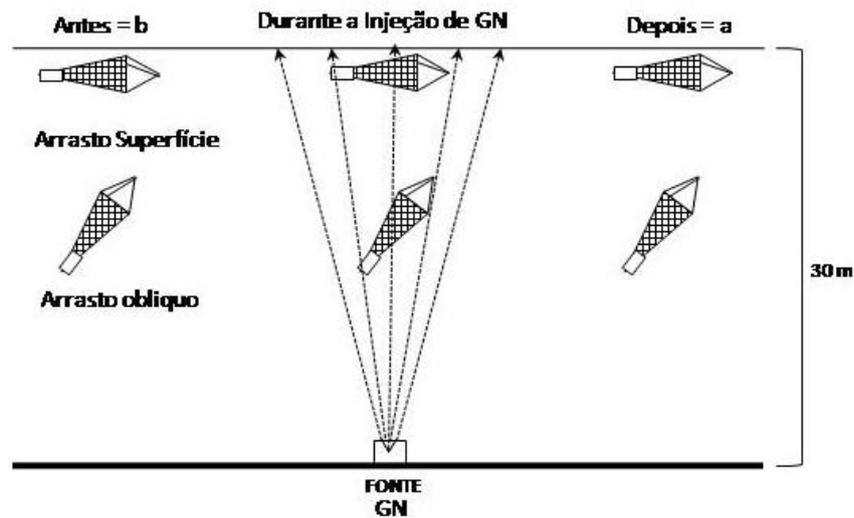


Figura 6 – Desenho esquemático do lançamento da pluma de gás natural (GN) no ambiente marinho e emprego das redes de coleta.

Imediatamente após cada arrasto, as amostras coletadas foram fixadas em formol a 4%, neutralizado com tetraborato de sódio P.A.. Os dados físico-químicos foram mensurados através da aferição da temperatura superficial da água e da salinidade, por meio de termômetro de imersão e salinômetro, respectivamente, simultaneamente a cada arrasto; e da coleta de amostras de água para a determinação do oxigênio dissolvido, dos nutrientes e da Clorofila *a*, em laboratório.

### 5.3 Análise em laboratório

As amostras de todas as três etapas foram triadas com auxílio de estereomicroscópio (lupa binocular), separando-se os ovos e as larvas de peixes dos demais grupos zooplancônicos, no Laboratório de Zooplâncton do Departamento de Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Ovos e larvas triados foram fixados em álcool a 70% e acondicionados em frascos plásticos cônicos (*ependoff*) de 10 ml, correspondentes às suas respectivas amostras de plâncton, devidamente etiquetados.

Todo o ictionêuston/ictioplâncton triado foi quantificado e identificado ao nível taxonômico de família (Lessa *et al.*, 1999; Bezerra-Jr, 1999; Mafalda-Jr, 2004; Franco *et al.*, 2006). A identificação dos espécimes, coletados nas três etapas, foi realizada com o auxílio de bibliografia específica (Sttaiger, 1965; Smith, 1979; Arhlstrom Symposium, 1983; Fahay, 1983; Moser, 1984; Matarese *et al.*, 1989; Okyama, 1988; Olivar e Fortuño, 1991; Oxenford *et al.*, 1995; Boltovskoy, 1999; Richards, 2006). A identificação foi confirmada a partir da contagem de miômeros e raios das nadadeiras (dorsal, caudal, pélvica e peitoral), coloração e pigmentação do corpo, além de ser avaliada a proporção entre as nadadeiras e medido o comprimento padrão dos exemplares. As medições foram efetivadas com auxílio de ocular micrométrica. Após a identificação, as larvas de peixes de cada amostra foram separadas por família, quantificadas, acondicionadas em frascos distintos de 10 ml (*Ependoff*), devidamente etiquetados, e fixadas em álcool a 70%. Os exemplares não

identificados foram reunidos na categoria “outros” e aqueles danificados, ao ponto de não serem passíveis de identificação, na categoria “danificados” (ou “danif.”).

Para o cálculo da biomassa, na etapa 2, foi tomada como base uma figura geométrica que se aproximasse da forma do corpo dos indivíduos dominantes, de acordo com Lawrence *et al.* (1987). Assim, foi empregada, para os ovos, a forma de uma esfera:

$$\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3,$$

onde:  $r = d/2$  ( $d \rightarrow$  diâmetro), enquanto, para as larvas, a forma geométrica utilizada foi a de uma elipsóide:

$$\frac{4}{3} \pi r_1 r_2 r_3,$$

onde  $r_1 = a/2$ ;  $r_2 = b/2$ , e  $r_3 = c/2$  ( $a \rightarrow$  comprimento;  $b \rightarrow$  largura;  $c \rightarrow$  espessura).

Na etapa 2, os biovolumes foram obtidos com base no diâmetro ( $d$ ), para os ovos, e a partir do comprimento ( $a$ ), da largura ( $b$ ) e da espessura ( $c$ ), para as larvas, mensurados sob microscópio estereoscópico dotado de ocular micrometrada. Para os ovos de forma não esférica (oval), foi calculada a média entre o diâmetro maior e o menor. Cerca de 20 exemplares dos espécimes mais abundantes foram medidos, independente da espécie, considerando-se que as larvas têm formas semelhantes.

Subsequentemente, ainda na etapa 2, os biovolumes calculados foram convertidos em peso úmido, assumindo que  $1 \text{ m}^3$  corresponde a  $1 \text{ g}$  (Lawrence *et al.*, 1987). Em seguida, o peso seco foi estimado a partir do produto entre o peso úmido e a constante (0,1) (Bottrell *et al.*, 1976), enquanto conteúdo de carbono foi estimado a partir da relação (0,5).(peso seco) (Herzig,

1984). A biomassa (B) foi calculada, então, considerando-se a seguinte fórmula:

$$B = D \cdot Pm$$

onde: D → densidade total de ovos ou larvas, na amostra; Pm → peso médio, em Carbono, do táxon em questão.

Para as etapas 1 e 3, cálculos de abundância por unidade de área (indivíduos.1000 m<sup>-2</sup>) foram realizados para as larvas de peixes, empregando-se a expressão proposta por Smith e Richard (1979), adaptada para o nêuston (Lessa *et al.* 1999; Bezerra-Jr, 1999), de acordo com a seguinte sequência:

a) Área da boca das redes:

$$\text{Base}_{\text{redes}} = 0,293; \text{altura}_{\text{rede superior}} = 0,076\text{m}; \text{altura}_{\text{rede inferior}} = 0,152\text{m}$$

$$\text{Área}_{\text{rede superior}} = \text{base} \cdot \text{altura}_{\text{rede superior}} = 0,022268\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{\text{rede inferior}} = \text{base} \cdot \text{altura}_{\text{rede inferior}} = 0,044536\text{m}^2$$

b) Volume de água filtrada:

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \text{revoluções} \cdot 0,3 \text{ (m} \cdot \text{revoluções}^{-1}\text{)} \cdot \text{Área da boca (m}^2\text{)}$$

c) Abundância Total (AT), por 1000m<sup>2</sup>:

$$\text{AT}_{1000\text{m}^2} = \text{NT} \cdot \text{HB (m)} \cdot \text{VF (m}^{-3}\text{)} \cdot 1000,$$

onde: NT = número de larvas por estação, para cada rede; VF = volume filtrado; HB = altura da boca da rede (adaptação);

d) Abundância relativa (%):

$$\text{Ar} = \text{N} \cdot 100 / \text{Na},$$

onde: Ar = abundância relativa; N = é o número total de organismos de cada táxon na amostra; Na = é o número total de organismos na amostra.

Os resultados de abundância relativa foram apresentados em números percentuais, utilizando o seguinte critério:

>70% → dominante  
70 % | 40% → abundante  
40% | 10% → pouco abundante  
≤ 10% → raro

e) Frequência de ocorrência (%):

$$Fo = Ta \cdot 100 / TA,$$

onde: Fo = Frequência de ocorrência; Ta = número de amostras em que o táxon ocorreu; TA = número total de amostras.

Para a frequência de ocorrência, os resultados foram reportados em percentagens, utilizando o seguinte critério de classificação:

>70% → muito frequente  
70 % | 40% → frequente  
40% | 10% → pouco frequente  
≤ 10% → esporádico

Tanto na etapa 1 quanto na etapa 3, a estrutura da comunidade foi analisada a partir do emprego de técnicas univariadas e multivariadas. A estimativa da diversidade das famílias se baseou no índice de Shannon-Wiener (1948) e a equitabilidade, em Pielou (1977). Para calcular este índice, *Primer 6* (*Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research*) (*Primer 6 for Windows*, v. 6, ©Copyright 2005 PRIMER-E Ltd.), cujas fórmulas podem ser encontradas em Brower e Zar (1984). O resultado da diversidade é dado em bit.indivíduo<sup>-1</sup>, seguindo o critério de classificação proposto por Valentin (1991):

>3,0 → alta

3,0 – 2,0 → média

2,0 – 1,0 → baixa

< 1,0 → muito baixa

Para a equitabilidade, os resultados, que variam entre 0 e 1, são considerados significativos (equitativos) quando os valores estimados são maiores do que 0,5. Acima daquele valor, pode-se sugerir que os indivíduos estão bem distribuídos, entre os táxons.

Nas análises dos agrupamentos formados nas etapas 1 e 3, a similaridade das amostras e famílias se baseou na matriz de dados quantitativos (densidade), após transformação logarítmica [ $\log(x+1)$ ]. O coeficiente utilizado foi o de *Braycurtis* e a classificação utilizada na construção do dendrograma foi a “aglomerativa hierárquica do peso proporcional” (*Weighted Pair Group Method Average Arithmetics - WPGMA*). Para testar o ajustamento do agrupamento, foi feita uma matriz simétrica de valores cofenéticos (Rohlf e Fisher, 1968). Os cálculos para as análises de agrupamento foram realizados utilizando o programa computacional *Statistica 7 for Windows*.

Em todas as análises estatísticas, o nível de significância  $p < 0,05$  foi requerido para rejeitar a hipótese de nulidade (Brower e Zar, 1984).

#### **5.4 Normalização dos dados**

Tabelas e gráficos foram elaborados segundo as normas do Conselho Nacional de Estatística (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1993).

Todo o texto, citações e referências bibliográficas seguiram as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1989a, b; 1990a, b, c; 1993; 2000a, b; 2001).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Etapa 1

Um total de 464 larvas de peixes foi coletado, sendo 90 larvas coletadas pela rede de nêuston superior (10,6%), 116 larvas pela inferior (19,8%) e 257 pela cônica horizontal (69,6%). Considerando-se as áreas de coleta, sem distinção entre as redes, foram obtidas 44 larvas de peixes da área A; da área B provieram 91 larvas; da área C, 39 larvas; na área D foram coletadas 71 larvas; da área E, 78 larvas, enquanto da área F se obtiveram 141 larvas de peixes.

As amostras de plâncton coletadas com a rede cônica horizontal tiveram abundâncias significativamente maiores que aquelas obtidas com as redes de nêuston superior e inferior ( $p < 0,05$ ), conjuntamente. Contudo, quando analisados os dados obtidos exclusivamente com as redes de nêuston, a rede inferior, apesar do maior número de larvas coletadas, não apresentou diferença significativa em relação à superior ( $p < 0,05$ ), não evidenciando uma separação entre o nêuston superior e o inferior. Deste modo, as coletas realizadas com as redes de nêuston foram consideradas similares, em abrangência, àquelas obtidas com a rede cônica, o que induziu a se considerar, na apresentação dos resultados e na discussão, as larvas de cada área, como um todo, nesta etapa 1.

Diferenças significativas foram registradas entre as cinco áreas de coleta ( $p < 0,05$ ), porém, de acordo com o coeficiente de correlação ( $r$ ) de Pearson, as áreas A e C foram aquelas que apresentaram diferir de forma mais significativa quando correlacionadas entre si e com as demais, enquanto as

áreas E e F foram as que, entre si, apresentaram o maior coeficiente de correlação (0,93) (Tabela 3).

Tabela 3 – Correlação (r) de Pearson entre as seis áreas analisadas no Complexo Estuarino de Suape, em outubro de 2008, onde: A – transecto a 3 km da costa; B – distante 1,5 km; C – adjacente ao recife de arenito; D – foz do Ipojuca; E – porto interno; F – baía de Suape.

<b>áreas</b>	<b>Pearson (r)</b>
AB	0,51872
AC	0,143931
AD	0,164706
AE	0,309783
AF	0,421285
BC	0,329252
BD	0,645884
BE	0,859726
BF	0,822333
CD	0,529503
CE	0,39067
CF	0,508862
DE	0,766954
DF	0,738828
EF	0,938765

### 6.1.1 Composição taxonômica

Quinze famílias pertencentes a 6 ordens foram identificadas na região de estudo (Tabela 4), como um todo, sendo quatorze famílias de 6 ordens identificadas nas amostras da rede horizontal; seis famílias de 4 ordens ocorreram no nêuston superior, e sete famílias de 4 ordens ocorreram no inferior. Destas, Sphyraenidae foi registrada somente no nêuston superior, enquanto Scombridae e Syngnathidae se apresentaram apenas no nêuston inferior. No entanto, como previamente justificado (ver tópico 6.1, Resultados),

a composição taxonômica foi analisada, entre as áreas, sem distinção do petrecho de coleta empregado.

Exemplares da família Clupeidae foram aqueles que ocorreram nas amostras de todas as seis áreas, representando 58% do total coletado, enquanto Sciaenidae, que correspondeu a 12% das larvas, só não ocorreu na área A, mais distante do ambiente estuarino. Scaridae (área E), Belonidae e Gobiidae (área F) ocorreram em apenas uma área, com influência direta do ambiente estuarino, enquanto Hemiramphidae e Sphyraenidae não apresentaram larvas nas amostras exclusivamente estuarinas (áreas E e F). No geral, Clupeidae e Engraulidae se apresentaram como as famílias dominantes nas amostras coletadas na região de Suape, perfazendo 81% do total de larvas, no presente estudo.

A área A, que correspondeu ao transecto paralelo ao recife de arenito, cerca de 3 km deste, fez 5% do total de larvas coletadas, dos quais Scombridae (43%) foi a família mais representativa, seguida de Clupeidae (29%), Bregmacerotidae (21%) e Hemiramphidae (7%), que, conjuntamente, perfizeram 100 % das larvas coletadas nessa área. Na área B, com o segundo maior percentual de larvas coletadas (21%), Clupeidae apresentou a maioria das larvas nas amostras (55%), seguindo-se Sciaenidae (19%) e Bregmacerotidae (10%). Com oito táxons, a área B (transecto distante 1,5 km do recife de arenito) foi aquela que, junto a D e E, apresentou o segundo maior número de táxons no presente estudo. O menor número de larvas e o segundo menor número de táxons identificados ocorreram na área C (transecto adjunto ao recife de arenito), onde Engraulidae (23%) e Sciaenidae (22%) foram as famílias mais presentes nas amostras (Figura 7).

Tabela 4 – Número de larvas (N) e percentual de ocorrência (%) das famílias identificadas no ictionêuston do Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca – PE), em outubro de 2008.

FAMILIA	A		B		C		D		E		F	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Belonidae	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	1,80
Bregmacerotidae	3	21,43	6	9,84	0	0,00	3	7,32	0	0,00	0	0,00
Carangidae	0	0,00	1	1,64	1	11,11	0	0,00	0	0,00	1	0,90
Clupeidae	4	28,57	34	55,74	1	11,11	9	21,95	21	43,75	56	50,45
Engraulidae	0	0,00	0	0,00	2	22,22	7	17,07	8	16,67	31	27,93
Gobiidae	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,90
Haemulidae	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	14,63	3	6,25	0	0,00
Hemiramphidae	1	7,14	1	1,64	0	0,00	1	2,44	0	0,00	0	0,00
Mugilidae	0	0,00	1	1,64	0	0,00	2	4,88	2	4,17	3	2,70
Paralichthyidae	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	4,88	1	2,08	0	0,00
Scaridae	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	10,42	0	0,00
Sciaenidae	0	0,00	12	19,67	2	22,22	6	14,63	5	10,42	9	8,11
Scombridae	6	42,86	3	4,92	1	11,11	0	0,00	0	0,00	7	6,31
Sphyrnidae	0	0,00	1	1,64	1	11,11	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Syngnathidae	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	2,08	1	0,90
Outros	0	0,00	2	3,28	0	0,00	1	2,44	1	2,08	0	0,00
Danificadas	0	0,00	0	0,00	1	11,11	4	9,76	1	2,08	0	0,00
TOTAL	14	100,00	61	100,00	9	100,00	41	100,00	48	100,00	111	100,00

As áreas D e E (foz do rio Ipojuca e porto interno, respectivamente) apresentaram 8 táxons identificados nas amostras, cada. Na área D, Clupeidae (25%) foi a família mais representativa, seguida de Engraulidae (19%), Haemulidae (16%) e Sciaenidae (16%). Na área E, Clupeidae representou 45% das larvas coletadas, seguida de Engraulidae (17%), Scaridae (11%) e Sciaenidae (11%). Ainda, observou-se que as áreas D e E foram as únicas que apresentaram uma família de hábito exclusivamente bentônico

(Paralychthidae), com 5% e 2% de ocorrência nas amostras, respectivamente (Figura 8).

A baía de Suape (área F) foi aquela que apresentou o maior número de larvas. Clupeidae representou metade de todas as larvas de peixes e, somada a Engraulidae, correspondeu a 78% das larvas coletadas. As famílias Belonidae e Gobiidae tiveram ocorrência exclusiva naquela área, entretanto, apresentando baixos percentuais relativos (2% e 1%, respectivamente) (Figura 8).

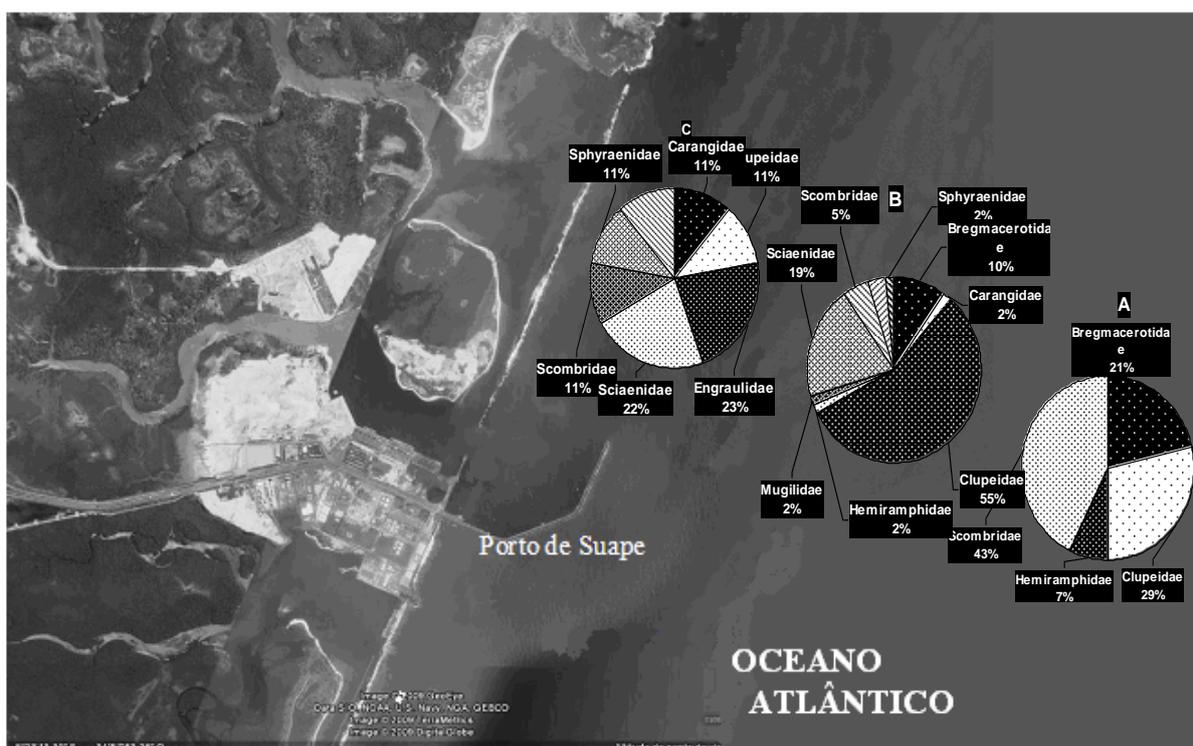


Figura 7 – Percentuais de ocorrência relativa (%) das famílias identificadas no Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca – PE), em outubro de 2008, nos transectos a 3 km da costa (área A), a 1,5 km (área B) e adjacente ao recife de arenito (área C).

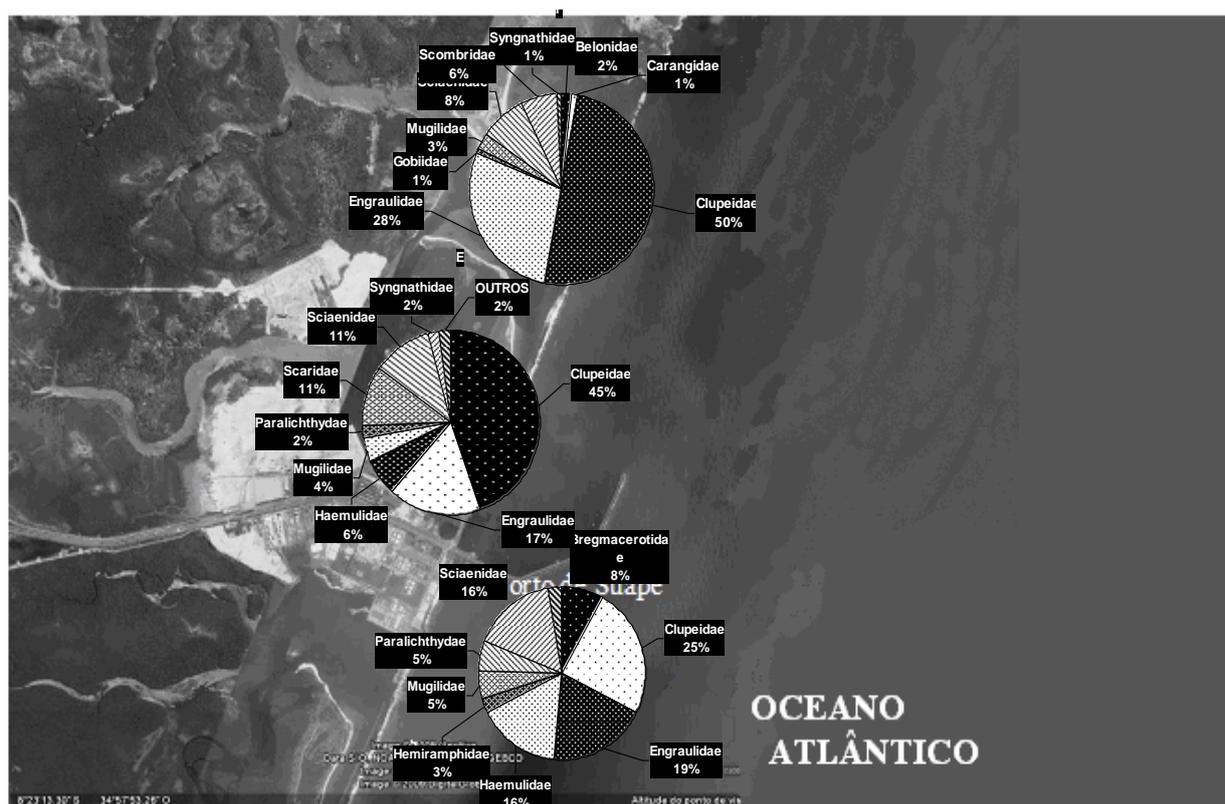


Figura 8 – Percentuais de ocorrência relativa (%) das famílias identificadas no Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca – PE), em outubro de 2008.

### 6.1.2 Diversidade e equitatividade

Devido às justificativas supracitadas (ver tópico 6.1, Resultados), os valores de diversidade e equitatividade, apresentados neste tópico, correspondem às amostras indistintamente quanto ao petrecho empregado.

O índice de diversidade de famílias variou de 1,79 bits.indivíduo<sup>-1</sup>, na área A, a 3,01 bits.indivíduo<sup>-1</sup>, na área D (Figura 9). O menor índice de diversidade decorreu do predomínio da família Scombridae. A equitabilidade de famílias variou de 0,44 (área A) a 0,74 (área D) (Figura 10).

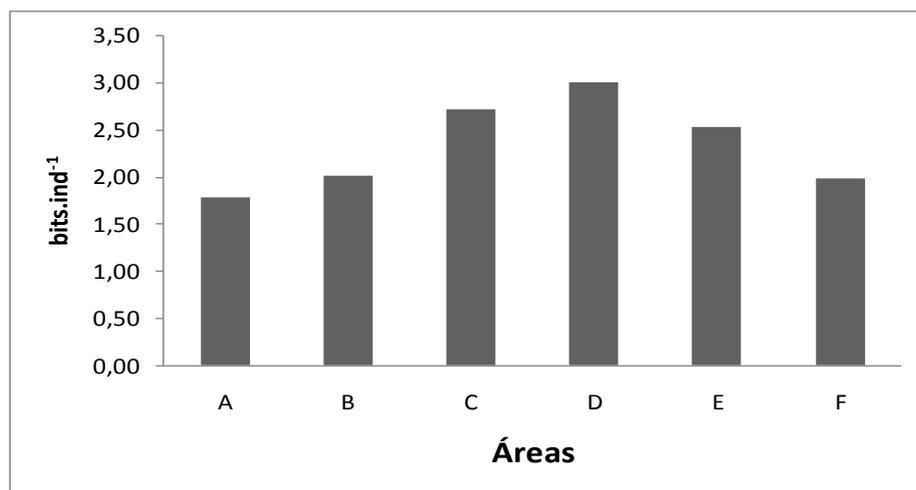


Figura 9 - Diversidade das famílias do ictionêuston no Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca-PE), em outubro de 2008, onde: Ind → indivíduos.

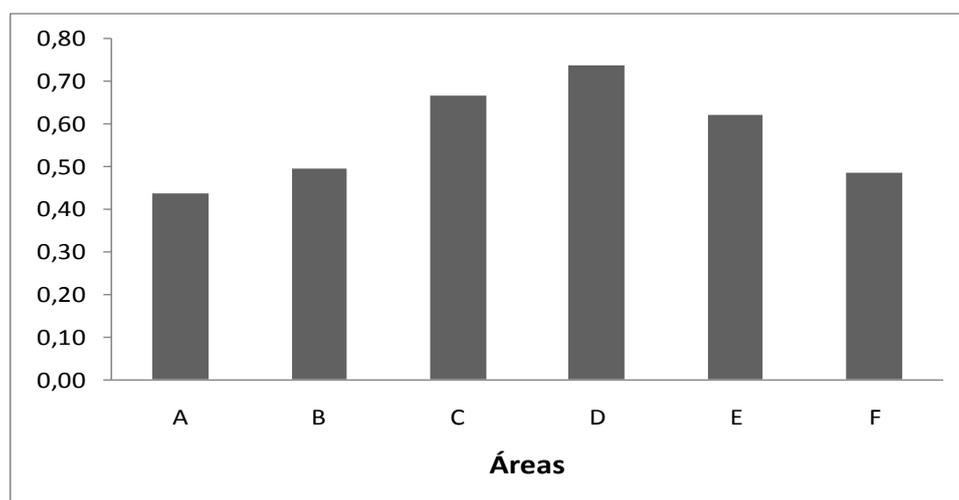


Figura 10 - Equitatividade (bits/indivíduo) das famílias do ictionêuston na região do Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca - PE), em outubro de 2008, onde: Ind → indivíduos.

### 6.1.3 Densidade

Considerando-se as famílias registradas para Suape, nas coletas realizadas com a rede cônica, a menor densidade foi de  $5,5 \times 1.000$  indivíduos.m<sup>-2</sup>, para a família Gobiidae. Além desta, pouco abundantes foram as famílias Belonidae, Sphyraenidae e Syngnathidae, com densidade em torno

de  $11,11 \times 1.000$  indivíduos. $m^{-2}$ . As maiores densidades foram registradas para a família Clupeidae ( $694,44 \times 1.000$  indivíduos. $m^{-2}$ ), seguida por Engraulidae ( $266,67 \times 1.000$  indivíduos. $m^{-2}$ ), Sciaenidae ( $188,89 \times 1.000$  indivíduos. $m^{-2}$ ) e Scombridae ( $94,44 \times 1.000$  indivíduos. $m^{-2}$ ) (Figura 11).

Quando consideradas as áreas estudadas, registrou-se a menor densidade para as adjacências do recife de arenito (área C) ( $50 \times 1.000$  indivíduos. $m^{-2}$ ), enquanto na baía de Suape (área F) foi evidenciado o maior valor de densidade ( $616,67 \times 1.000$  indivíduos. $m^{-2}$ ) (Figura 12).

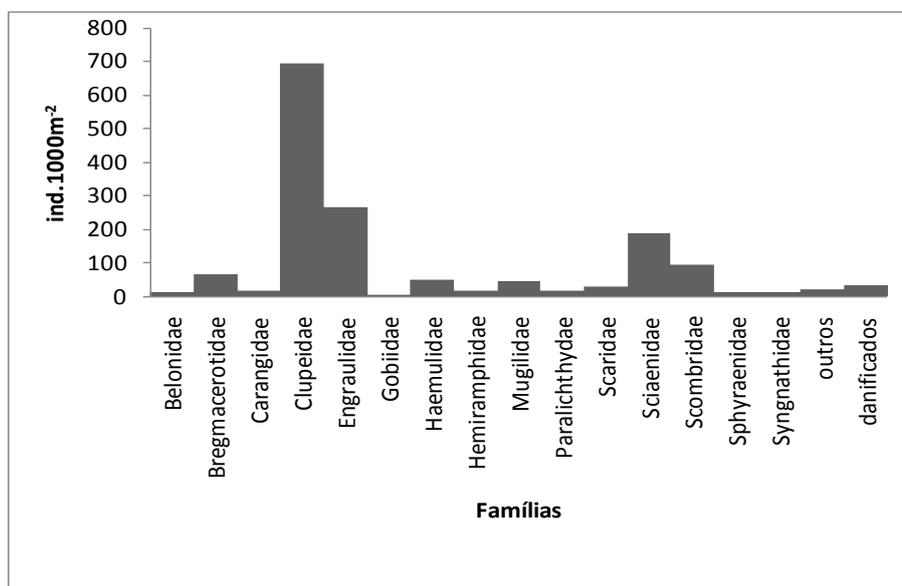


Figura 11 – Densidade total das famílias do ictionêuston da região de Suape (PE – Brasil), em outubro de 2008, com base nas amostras coletadas com a rede cônica, onde: ind → indivíduos.

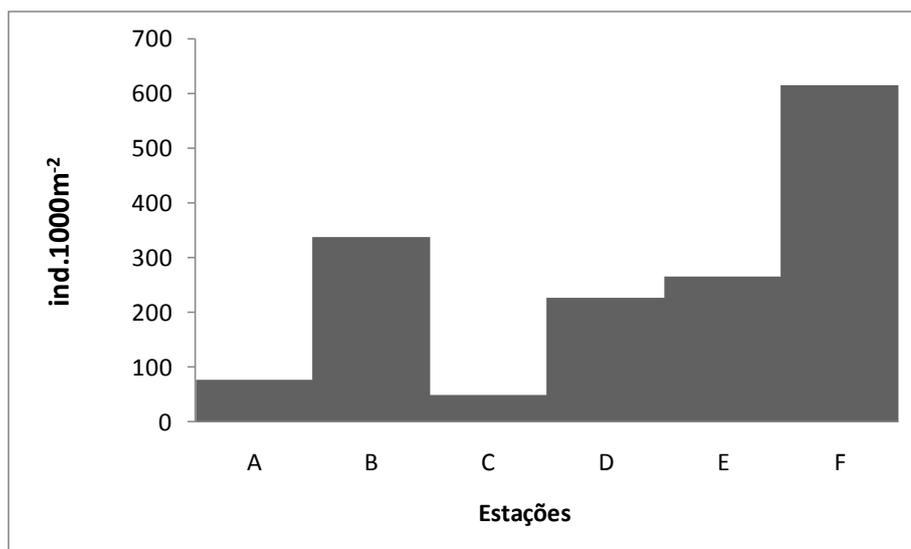


Figura 12 – Densidade total por área varrida do ictionêuston da região de Suape (PE – Brasil), em outubro de 2008, com base nas amostras coletadas com a rede cônica, onde: Ind → indivíduos.

#### 6.1.4 Análises de agrupamento

As análises de agrupamento resultaram em duas grandes associações de grupos de amostras: uma agrupando as áreas A e C ( $d = 19$ ) e a outra associando as áreas D e E ( $d = 33$ ). Os grupos de amostras correspondentes às áreas B e F permaneceram isoladamente separados daquelas associações ( $d = 56,5$ ;  $d = 88$ , respectivamente) (Figura 13).

A área B, transecto distante 1,5 km do recife de arenito, caracterizou-se por apresentar: a segunda maior quantidade de larvas coletadas na região; larvas de famílias com hábitos de desova tipicamente estuarinos, como Mugilidae, apesar de se inserir no ambiente marinho; índice de diversidade médio e o segundo menor índice de equitatividade, dentre as áreas. A dominância absoluta de larvas da família Clupeidae, naquela área, se sugere

como a causa para a obtenção desse baixo índice de equitatividade, o que evidencia seu isolamento das demais áreas, nos agrupamentos.

A baía de Suape (área F), cujo grupo de amostras também foi separado das associações, foi onde se coletou o maior número de larvas, dentre as áreas (40% do total). Contudo, aquela área foi a que teve um índice de diversidade médio de famílias e o menor índice de equitatividade, influenciado pelos elevados percentuais de ocorrência das famílias Clupeidae e Engraulidae que perfizeram 78% das larvas coletadas na baía, conjuntamente, além da ocorrência exclusiva das famílias Gobiidae e Belonidae, o que sugere seu isolamento.

Dos agrupamentos observados nas análises, uma das associações uniu as áreas A e C, que apresentaram tanto as menores quantidades de larvas coletadas quanto o menor número de táxons identificados. Este se sugere como o único fato a induzir aquela associação, pois a área A foi aquela que apresentou o menor índice de diversidade, enquanto a área C foi aquela dos maiores valores para os índices tanto de diversidade quanto de equitatividade, dentre as áreas.

A outra associação uniu as áreas D e E, que se caracterizaram por apresentar o mesmo número de táxons identificados e quantidades similares de larvas coletadas; altos índices de diversidade, apesar da área D reportar índice de equitatividade muito superior à área E; bem como por serem as duas únicas áreas a apresentar larvas de família cujos adultos apresentam hábitos exclusivamente bentônicos (Paralychthidae). Esses fatores supostamente se apresentam como o principal indutor desta associação.

Para as análises dos agrupamentos entre as famílias identificadas nas amostras, aliadas ao grupo “outros” e ao grupo das larvas danificadas, foi observada uma grande associação de pequenos grupos de famílias (Figura 14). Dessa associação, foram isoladas as famílias Clupeidae (d = 91,2) e Engraulidae (d = 43,3) que, conjuntamente, perfizeram o maior percentual de ocorrência (81%) dentre as famílias identificadas.

Clupeidae, além de ser a família de maior percentual de ocorrência na região de Suape (58%), foi aquela que apresentou larvas em todas as áreas estudadas, o que sugere sua ampla distribuição na região. Engraulidae, que fez o segundo maior percentual de ocorrência na totalidade das amostras, caracterizou-se por não apresentar larvas nas áreas mais distantes do ambiente estuarino (A e B) e por evidenciar um “gradiente” no número de larvas coletadas, com maior abundância na baía de Suape e menor na área C.

Da associação formada por grupos de famílias, Sciaenidae (d = 28,4) e Scombridae (d = 18,9) foram aquelas de maiores distâncias. Sciaenidae se destacou por apresentar larvas em todas as áreas, exceto na área A, mais distante da costa; larvas de Scombridae só não se apresentaram na foz do Ipojuca e porto interno. Dentre os grupos formados nessa associação, destacou-se, também, aquele formado por Gobiidae e Belonidae, ocorrentes apenas na baía de Suape; e o que uniu Haemulidae e Scaridae, que ocorreram concomitantemente no porto interno. Ressaltou-se, ainda, a ligação entre as larvas de Hemiramphidae e aquelas recém-eclodidas, sugerindo recentes eclosões dessa família no ambiente marinho da região.

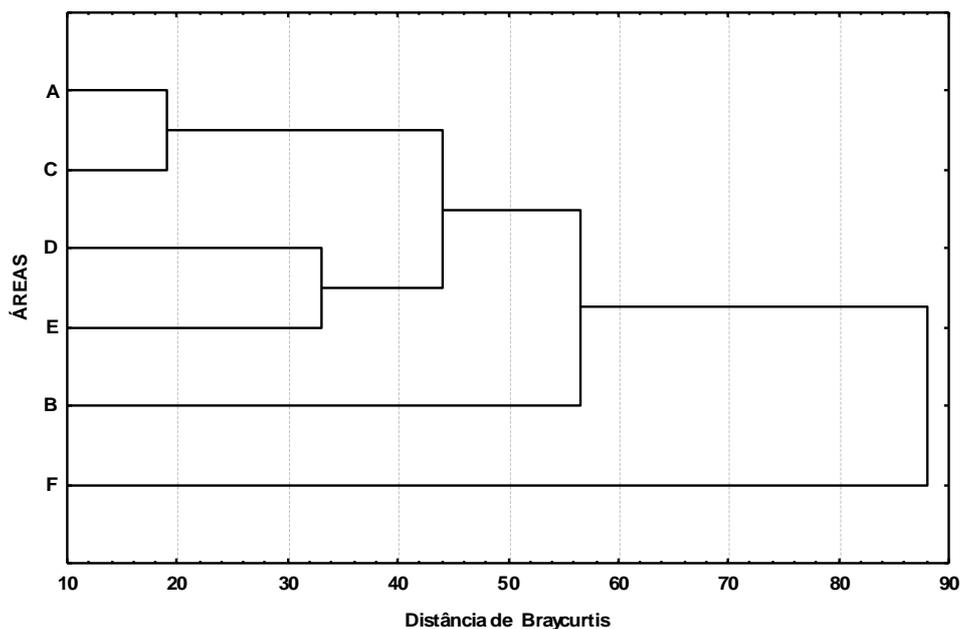


Figura 13 – Agrupamentos entre as áreas pesquisadas no Complexo Estuarino de Suape, onde: A – 3 km da costa; B -1,5 km da costa; C – adjacente ao recife de arenito; D – foz do rio Ipojuca; E – porto interno e F – baía de Suape.

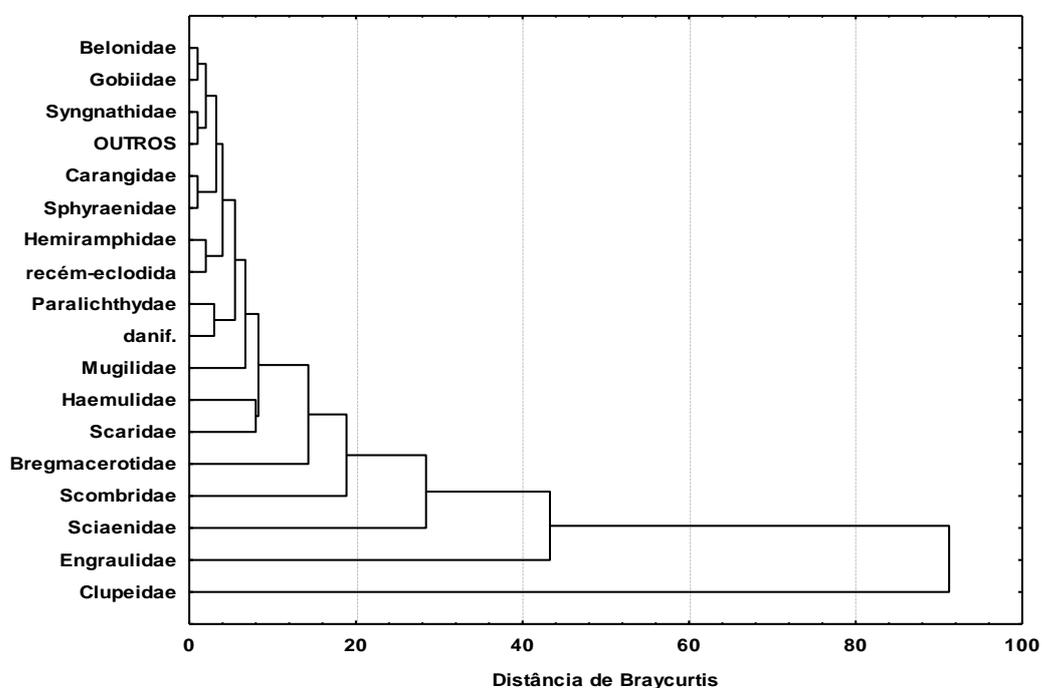


Figura 14 – Agrupamentos entre as famílias identificadas nas amostras coletadas no Complexo Estuarino de Suape, na etapa 1, onde: danif – larvas danificadas; OUTROS – famílias com menos de 1% de representatividade.

## 6.2 Etapa 2

A biomassa total, calculada com base nos dados obtidos em laboratório, a partir da medição de ovos e larvas de peixes (Tabelas 5 e 6), foi de 149,49  $\mu\text{gC} \cdot 1000\text{m}^3$ , para os ovos, e de 32,56  $\mu\text{gC} \cdot 1000\text{m}^3$ , para as larvas de peixes (Tabela 7).

Tabela 5 - Medições e cálculos de biovolume, biomassa e conteúdo de carbono para o conjunto de ovos de peixes que ocorrem em Suape (PE-Brasil).

Ovos	Biovolume		Conteúdo de	
	Diâmetro $\square \text{ m}$	$(4/3\pi r^3)$ $\square \text{ m}^3$	Peso seco $\square \text{ g}$	Carbono $\square \text{ gC}$
Ovo 1	674,10	306318327,02	1283106208,23	641553104,11
Ovo 2	609,90	226869388,30	950310493,71	475155246,85
Ovo 3	642,00	264609288,00	1108395385,57	554197692,79
Ovo 4	674,10	306318327,02	1283106208,23	641553104,11
Ovo 5	674,10	306318327,02	1283106208,23	641553104,11
Ovo 6	706,20	352194962,33	1475274258,20	737637129,10
Ovo 7	609,90	226869388,30	950310493,71	475155246,85
Ovo 8	706,20	352194962,33	1475274258,20	737637129,10
Ovo 9	674,10	306318327,02	1283106208,23	641553104,11
Ovo 10	577,80	192900170,95	808020236,08	404010118,04
Ovo 11	577,80	192900170,95	808020236,08	404010118,04
Ovo 12	561,75	177267550,36	742538314,95	371269157,47
Ovo 13	545,70	162503178,99	680693316,17	340346658,08
Ovo 14	561,75	177267550,36	742538314,95	371269157,47
Ovo 15	561,75	177267550,36	742538314,95	371269157,47
Ovo 16	545,70	162503178,99	680693316,17	340346658,08
Ovo 17	577,80	192900170,95	808020236,08	404010118,04
Ovo 18	545,70	162503178,99	680693316,17	340346658,08
Ovo 19	690,15	328723291,58	1376956123,76	688478061,88

Ovo 20	802,50	516815015,63	2164834737,45	1082417368,73
Total	12519,00	5091562305,45	21327536185,09	10663768092,54
Média	625,95	245255599,29	1027326654,33	513663327,16
DP	71,40	363979,12	1524635,76	762317,88

Tabela 6 - Biovolume, biomassa e conteúdo de carbono para o conjunto de larvas de peixes que ocorrem em Suape (PE-Brasil).

Larvas	Comprimento (r1) $\mu\text{m}$	Largura (r2) $\mu\text{m}$	Espessura (r3) $\mu\text{m}$	Biovolume ( $4/3\pi r1r2r3$ ) $\mu\text{m}^3$	Peso seco $\mu\text{g}$	Conteúdo Carbono $\mu\text{gC}$
Larva 1	3691,50	1701,30	513,60	13511339750,15	13511339,75	6755669,88
Larva 2	3691,50	834,60	642,00	8285255507,17	8285255,51	4142627,75
Larva 3	2022,30	513,60	385,20	1675893822,99	1675893,82	837946,91
Larva 4	2439,60	545,70	321,00	1790058547,70	1790058,55	895029,27
Larva 5	1926,00	706,20	385,20	2194622863,44	2194622,86	1097311,43
Larva 6	1669,20	577,80	288,90	1167140341,01	1167140,34	583570,17
Larva 7	3210,00	642,00	160,50	1385494231,97	1385494,23	692747,12
Larva 8	3210,00	674,10	224,70	2036676520,99	2036676,52	1018338,26
Larva 9	1412,40	256,80	160,50	243846984,83	243846,98	121923,49
Larva 10	2247,00	417,30	128,40	504319900,44	504319,90	252159,95
Larva 11	3210,00	321,00	160,50	692747115,98	692747,12	346373,56
Larva 12	1765,50	481,50	160,50	571516370,69	571516,37	285758,19
Larva 13	1444,50	481,50	160,50	467604303,29	467604,30	233802,15
Larva 14	4012,50	353,10	256,80	1524043655,16	1524043,66	762021,83
Larva 15	3274,20	321,00	192,60	847922469,96	847922,47	423961,23
Larva 16	4333,50	288,90	256,80	1346700393,47	1346700,39	673350,20
Larva 17	2985,30	481,50	224,70	1352935117,52	1352935,12	676467,56
Larva 18	2022,30	353,10	224,70	672103251,93	672103,25	336051,63
Larva 19	3691,50	481,50	224,70	1672984285,10	1672984,29	836492,14
Larva 20	2568,00	321,00	128,40	443358154,23	443358,15	221679,08
Total	54826,80	10753,50	5200,20	42386563588,02	42386563,59	21193281,79
Média	2741,34	537,68	260,01	1605322981,54	1605322,98	802661,49
DP	902,50	314,49	133,74	159001021,98	159001,02	79500,51

Tabela 7 - Densidade, biomassa e conteúdo de carbono para o conjunto de ovos e larvas de peixes que ocorrem em Suape (PE-Brasil).

Estações	Ovos de peixes			Larvas de peixes		
	Densidade	Biomassa	Conteúdo de Carbono	Densidade	Biomassa	Conteúdo de Carbono
	indivíduos. $\square\text{m}^{-3}$	$\mu\text{g}$	$\mu\text{gC}$	indivíduos. $\square\text{m}^{-3}$	$\mu\text{g}$	$\mu\text{gC}$
C1E5BM	2,00	2053066,09	1026533,06	0,40	641633,15	320816,58

Bezerra-Jr., J. L. Ictionêuston e Ictioplâncton como indicadores da qualidade da água...

					1085126,2	
C1E6BM	2,03	2083280,09	1041640,06	0,68	7	542563,14
C1E5PM	5,72	5880950,73	2940475,39	0,32	510538,98	255269,49
C1E6PM	1,98	2034803,18	1017401,60	0,00	0,00	0,00
C2E5BM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C2E6BM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C2E5PM	28,33	29104006,39	14552003,33	0,00	0,00	0,00
					7547783,5	
C2E6PM	4,70	4830205,04	2415102,54	4,70	1	3773891,76
C3E5BM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3E6BM	4,09	4199763,03	2099881,54	0,00	0,00	0,00
C3E5PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3E6PM	4,92	5058805,47	2529402,76	0,00	0,00	0,00
					1601607,7	
C4E5BM	0,00	0,00	0,00	1,00	4	800803,87
C4E6BM	0,00	0,00	0,00	0,52	834222,27	417111,13
					1635581,2	
C4E5PM	0,51	523345,21	261672,61	1,02	3	817790,62
C4E6PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C5E5BM	1,67	1715635,51	857817,76	0,42	674235,65	337117,83
					1220045,4	
C5E6BM	1,14	1171152,38	585576,20	0,76	6	610022,73
C5E5PM	1,97	2023833,50	1011916,76	0,00	0,00	0,00
C5E6PM	5,63	5783849,04	2891924,55	0,00	0,00	0,00
C6E5BM	2,47	2537496,83	1268748,43	0,00	0,00	0,00
C6E6BM	6,59	6770082,62	3385041,34	0,00	0,00	0,00
C6E5PM	3,16	3246352,21	1623176,12	0,00	0,00	0,00
C6E6PM	2,28	2342304,76	1171152,39	0,00	0,00	0,00
					3210645,9	
C7E5BM	4,00	4109306,60	2054653,32	2,00	6	1605322,98
C7E6BM	5,50	5650296,58	2825148,32	0,50	802661,49	401330,75
C7E5PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C7E6PM	0,50	513663,33	256831,67	0,00	0,00	0,00
C8E5BM	1,60	1638680,55	819340,28	0,00	0,00	0,00
C8E6BM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C8E5PM	10,35	10631041,95	5315521,03	0,00	0,00	0,00
C8E6PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C9E5BM	11,21	11513594,65	5756797,38	0,00	0,00	0,00
C9E6BM	8,39	8620827,94	4310414,01	0,00	0,00	0,00
C9E5PM	7,65	7862942,69	3931471,38	0,00	0,00	0,00
C9E6PM	19,13	19653362,14	9826681,16	0,00	0,00	0,00
					3922781,7	
C10E5BM	4,89	5020769,34	2510384,70	2,44	2	1961390,86
C10E6BM	1,51	1549332,53	774666,27	0,00	0,00	0,00
C10E5PM	18,73	19243870,97	9621935,58	0,00	0,00	0,00
C10E6PM	1,85	1902456,76	951228,39	0,00	0,00	0,00
					9519255,8	
C11E5BM	0,00	0,00	0,00	5,93	5	4759627,93
C11E6BM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C11E5PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Bezerra-Jr., J. L. Ictionêuston e Ictioplâncton como indicadores da qualidade da água...

					5610621,6	
C11E6PM	0,00	0,00	0,00	3,50	9	2805310,85
					2615187,8	
C12E5BM	2,44	2510384,67	1255192,35	1,63	1	1307593,91
C12E6BM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C12E5PM	2,81	2886580,64	1443290,34	0,00	0,00	0,00
C12E6PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C13E5BM	1,88	1933674,68	966837,35	0,00	0,00	0,00
C13E6BM	1,44	1483916,27	741958,14	0,00	0,00	0,00
C13E5PM	2,77	2845578,08	1422789,05	0,00	0,00	0,00
C13E6PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
					5420571,1	
C14E5BM	0,00	0,00	0,00	3,38	0	2710285,55
					1620279,4	
C14E6BM	0,00	0,00	0,00	1,01	1	810139,70
					3240558,8	
C14E5PM	0,00	0,00	0,00	2,02	1	1620279,41
C14E6PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
					1625643,5	
C15E5PM	0,00	0,00	0,00	1,01	2	812821,76
C15E6PM	4,05	4161323,14	2080661,59	0,00	0,00	0,00
C15E5BM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
					2438465,2	
C15E6BM	60,76	62419847,09	31209923,85	1,52	9	1219232,64
C16E5BM	0,76	780248,09	390124,05	0,00	0,00	0,00
C16E6BM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C16E5PM	3,04	3120992,35	1560496,19	0,00	0,00	0,00
C16E6PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C17E5BM	0,00	0,00	0,00	0,43	692154,15	346077,08
C17E6BM	0,00	0,00	0,00	0,25	404119,35	202059,68
C17E5PM	5,65	5804016,44	2902008,25	0,19	307440,08	153720,04
C17E6PM	1,17	1203511,64	601755,82	0,00	0,00	0,00
C18E5BM	1,44	1480625,99	740313,00	0,00	0,00	0,00
					3970547,7	
C18E6BM	0,00	0,00	0,00	2,47	1	1985273,85
C18E5PM	8,75	8993431,95	4496716,02	0,00	0,00	0,00
					3970547,7	
C18E6PM	10,20	10474057,95	5237029,02	2,47	1	1985273,85
C19E5BM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C19E6BM	3,80	3902913,44	1951456,74	0,00	0,00	0,00
C19E5PM	3,95	4058316,65	2029158,35	0,00	0,00	0,00
C19E6PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C20E5BM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C20E6BM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C20E5PM	1,61	1653995,91	826997,96	0,00	0,00	0,00
C20E6PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
					65122255,	
□ m	291,03	298982493,09	149491248,00	40,57	91	32561127,96
Mm	0,29	298982,49	149491,25	0,04	65122,26	32561,13

O levantamento realizado na região do Complexo Estuarino de Suape, sobre os espécimes de peixes adultos ocorrentes naquela região, durante a etapa 2, apresentou 58 espécies ictíacas, distribuídas em 57 gêneros correspondentes a 37 famílias (Tabela 8). As famílias Lutjanidae, Mugilidae, Carangidae e Gerreidae foram as dominantes, com importância econômica para a região, além de Clupeidae, sendo a área estudada constituída de várias espécies de peixes economicamente importantes, dentre os quais se destacam a sardinha-laje *Opisthonema oglinum* (Clupeidae), o Xaréu *Caranx bartholomaei* (Carangidae), a guaiúba *Ocyurus chrysurus* (Lutjanidae) e a Curimã *Mugil lisa* (Mugilidae).

A espécie mais comum na região foi *Bathygobius soporator* (Gobiidae), ocorrendo em praticamente todas as áreas, e a grande maioria foi composta por espécies pelágicas, ocorrendo também espécies bentônicas, como exemplares das famílias Gobiidae, Bothidae, Ariidae e Blennidae. A família Carangidae foi aquela com o maior número de espécies, seguida por Gerreidae, Blennidae, Gobiidae, Lutjanidae, Clupeidae, Haemulidae e Engraulidae.

Tabela 8 - Levantamento das espécies de peixes (adultos) ocorrentes em Suape – PE (Brasil), onde: BS → Baía de Suape; AT → área de atracação; MA → estuário do rio Massangana; TA → estuário do rio Tatuoca; IP → estuário do rio Ipojuca; ES → estuarino; NE → nerítico; OC → oceânico.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Observação</b>
<b>Albulidae</b>	<i>Albula vulpes</i>	Ubarana-focinho-de-rato	BS	NE
<b>Muraenidae</b>	<i>Gymnothorax moringa</i>	Moréia	BS	NE
<b>Ophichthyidae</b>	<i>Myrichthys oculata</i>	Mutuca	BS	NE
<b>Clupeidae</b>	<i>Opisthonema oglinum</i>	Sardinha-laje	BS	NE
	<i>Harengula pensacolatae</i>	Savelha-cascuda	BS	NE
<b>Engraulidae</b>	<i>Cetengrulis edentulus</i>	Manjuba	BS	NE
	<i>Anchovia clupeoides</i>	Manjuba	BS	NE
<b>Aulopiformes</b>	<i>Synodus foetens</i>	Traíra-do-mar	BS	NE

<b>Hemirhamphidae</b>	<i>Hyporhamphus roberti</i>	-	BS	NE
<b>Atherinidae</b>	<i>Xenomelaniris brasiliensis</i>	Peixe-rei	BS	NE
<b>Holocentridae</b>	<i>Holocentrus ascensionis</i>	Mariquita	MA, TA, BS	NE
<b>Fistulariidae</b>	<i>Fistularia tabacaria</i>	Trombeta	BS	NE
<b>Syngnathidae</b>	<i>Syngnathus elucens</i>	Peixe-cachimbo	BS	NE
<b>Apogonidae</b>	<i>Apogon maculatus</i>	-	BS	NE
<b>Ariidae</b>	<i>Trachysurus</i> sp.	Bagre	BS, TA, IP, MA	ES
<b>Carangidae</b>	<i>Caranx bartholomaei</i>	Xaréu	BS, IP	NE
	<i>Carangoides bartholomaei</i>	Garajuba	BS	NE
	<i>Carangoides crysos</i>	Xixarro	BS	NE
	<i>Selar cruemenophthalmus</i>	Garapau	BS	NE
	<i>Caranx latus</i>	Aracimbora	BS, IP	NE
	<i>Selene vomer</i>	Peixe-galo	TA, IP	NE
	<i>Oligoplistes saurus</i>	Tibiro	BS	NE
	<i>Trachinotus falcatus</i>	Pampo	BS	NE
<b>Lutjanidae</b>	<i>Lutjanus synagris</i>	Ariocó	BS	NE
	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Guaiuba	BS	NE
<b>Gerreidae</b>	<i>Ulaema lefroyi</i>	Carapicu	BS	NE
	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Carapicu	BS	NE
	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Carapicu	BS, MA	NE
	<i>Diapterus rhombeus</i>	Carapeba	TA	NE, ES
<b>Haemulidae</b>	<i>Haemulon flavolineatum</i>	Xira-amarela	BS	NE
	<i>Haemulon plumieri</i>	Biquara	BS	NE
	<i>Anisotremus virginicus</i>	Frade	BS	NE
<b>Mullidae</b>	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	Salmonete	BS	NE
<b>Coryphaenidae</b>	<i>Coryphaena hippurus</i>	Dourado	BS	NE, OC
<b>Ehippididae</b>	<i>Chaetodipterus faber</i>	Paru	BS	NE
<b>Pomacentridae</b>	<i>Eupomacentrus variabilis</i>	-	BS	NE
	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Saberé	BS	NE
<b>Mugilidae</b>	<i>Mugil lisa</i>	Curima	BS	NE, ES
	<i>Mugil curema</i>	Tainha	BS, TA, MA	NE, ES
<b>Rachycentridae</b>	<i>Rachycentron canadus</i>	Beijupira	AT	NE
<b>Sphyraenidae</b>	<i>Sphyraena barracuda</i>	Barracuda	BS	NE
<b>Polynemidae</b>	<i>Polydactylus virginicus</i>	Barbudo	BS	NE
<b>Scaridae</b>	<i>Sparisoma viride</i>	Budiao	BS	NE
<b>Labrisomidae</b>	<i>Labrisomus nuchipinis</i>	Quatro olhos	BS	NE
<b>Brenniidae</b>	<i>Blennius cristatus</i>	Maria da Toca	BS	NE
	<i>Scartella cristata</i>	-	BS	NE
	<i>Entomacrodus nigricans</i>	-	BS, IP	NE
<b>Eleotridae</b>	<i>Erotelis smaragdus</i>	-	MA, TA	NE
<b>Gobiidae</b>	<i>Bathygobius soporator</i>	Macaco	MA, TA, IP, BS	NE
	<i>Gobionellus oceanicus</i>	Cundunde	TA	NE
	<i>Gobionellus smaragdus</i>	-	MA, TA	NE
<b>Acanthuridae</b>	<i>Acanthurus bahianus</i>	Caraúna	BS	NE
<b>Bothidae</b>	<i>Citharichthys spilopterus</i>	Solha	BS, TA	NE
<b>Tetraodontidae</b>	<i>Sphoeroides testudineus</i>	Baiacu	BS, MA	NE
<b>Sciaenidae</b>	<i>Cynoscion</i> sp.	Pescada	AT	NE, OC
<b>Scombridae</b>	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Serra	AT	NE, OC
	<i>Euthynnus alletteratus</i>	Bonito	AT	NE, OC
<b>Exocoetidae</b>	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	Agulha preta	BS	NE
	<i>Strongylura</i> sp.	Agulha	BS	NE
<b>Rajidae</b>	<i>Raja</i> sp.	Arraia	BS	NE, OC
<b>Carcharhinidae</b>	<i>Carcharhinus leucas</i>	Tubarão cabeça-chata	AT	NE
	<i>Carcharhinus</i> spp.	Cações	BS, AT	NE

---

<i>Galeocерdo cuvieri</i>	Tubarão-tigre	AT	NE, OC
---------------------------	---------------	----	--------

---

### 6.3 Etapa 3

#### 6.3.1 Dados abióticos

Nas três campanhas realizadas durante o experimento com as injeções de gás natural, não foram detectadas diferenças significativas entre as variáveis abióticas ( $p < 0,05$ ), mensuradas *in loco*.

Na estação seca (campanha A), a temperatura média foi de 26,6°C (SD: 0,82, N = 283) e a salinidade foi de 37,1 UPS (SD: 0,13, N = 283), enquanto, durante a estação chuvosa (campanhas B e C), a temperatura média (26,3°C, SD: 0,21, N = 216) e a salinidade (36,7 UPS, SD: 0,33, N = 216) mostraram uma ligeira diminuição (Tabela 9). No entanto, não houve diferença significativa entre os valores de temperatura e salinidade mensurados nos períodos seco e chuvoso ( $p > 0,05$ ). A realização do experimento em distintos períodos do ano, porém sem uma variação significativa nos valores de temperatura e salinidade registrados, visou minimizar possíveis efeitos que aqueles fatores causariam no resultado final do experimento.

O fluxo de gás natural foi lançado durante a maré enchente (EN) na campanha A; na baixa-mar (BM), durante a campanha B, e durante a maré vazante (VZ), na campanha C (Tabela 9). As marés podem influenciar na dispersão da pluma de gás natural por causa de diferenças na velocidade e na direção do fluxo de água, ao longo do dia, afetando assim a estrutura da comunidade ictioneustônica.

Tabela 9 – Dados abióticos obtidos durante experimentos de simulação em plumas de gás natural (GN). Marés de sizígia e quadratura (PM = preamar, VZ = vazante, BM = baixa-mar, EN = enchente).

Esta- ção	Campanha	Data	Maré	Hora	GN Fluxos (l.h <sup>-1</sup> )	Tempera- tura(°C)	S.D.	Salinidade (UPS)	S.D.
Seca	A	12/23 2007	Sizígia	EN 09:44	3000	26,54	0,91	37,02	0,14
				EN 09:55	-	26,55	0,92	37,04	0,13
				EN 10:02	9000	26,41	0,90	37,10	0,13
				EN 11:43	3000	26,67	0,89	37,06	0,13
				EN 11:53	-	26,61	0,92	37,02	0,15
				EN 12:01	9000	26,68	0,87	37,01	0,14
Chuvosa	B	07/05 2008	Quadra- tura	BM 12:00	-	26,30	0,10	36,65	0,68
				BM 12:30	9000	26,30	0,10	36,60	0,77
				VZ 10:13	-	26,25	0,01	36,81	0,10
				VZ 10:24	3000	26,25	0,01	36,79	0,10
				VZ 10:32	9000	26,24	0,02	36,79	0,11
				VZ 12:35	3000	26,29	0,05	36,77	0,07
Chuvosa	C	07/10 2008	Sizígia	VZ 12:38	9000	26,30	0,06	36,76	0,07
				VZ 12:48	-	26,30	0,06	36,75	0,07

### 6.3.2 Ictionêuston

Durante as campanhas A, B e C, correspondentes aos experimentos com o gás natural (etapa 3), realizados em um ponto previamente marcado, mediante o emprego de *GPS*, em mar aberto a, aproximadamente, 30 km da costa, frente ao Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca-PE), foi coletado um total de 99 larvas e 1.632 ovos de peixes, com 27 larvas e 341 ovos sendo obtidos na campanha A (período seco; sizígia; baixa-mar), 37 larvas e 392 ovos na campanha B (chuvoso; quadratura; vazante/baixa-mar) e 35 larvas e 899 ovos na campanha C (chuvoso; sizígia; vazante). Deste total, foram registrados 1.010 ovos (61,88% dos ovos coletados) e 35 larvas (34,09% das larvas) nos

arrastos antes das injeções de gás natural, e 622 ovos (38,12% dos ovos) e 64 larvas (65,91% das larvas) obtidas dos arrastos feitos depois das injeções de gás, para todas as três campanhas, conjuntamente (Tabela 10).

Nas campanhas B e C (período chuvoso), a quantidade de larvas de peixes coletadas antes da injeção do gás natural foi significativamente menor que aquela obtida após a liberação do gás, no ambiente, ( $p < 0,05$ ), não sendo observada diferença significativa entre esses valores na campanha A (período seco). Contrariamente, para os ovos, a quantidade registrada antes do gás foi significativamente maior que aquela coletada após sua presença no ambiente ( $p < 0,05$ ).

Quanto à estação do ano, o número de larvas de peixe não apresentou diferença significativa entre as coletas antes e depois do gás, no período seco ( $p > 0,05$ ), porém, no chuvoso, a quantidade de larvas foi significativamente maior nas amostras coletadas depois do gás, tanto em maré de sizígia quanto de quadratura ( $p < 0,05$ ). Em contrapartida, a quantidade de ovos de peixes nas amostras das três campanhas foi significativamente menor após a liberação do gás, tanto no período seco quanto no chuvoso, bem como em marés de sizígia e quadratura.

Tabela 10 - Número de ovos e de larvas de peixes, por família, coletado na área costeira adjacente ao Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca – PE), antes e depois da injeção do gás, nos períodos seco e chuvoso, em marés de sizígia (SZ) e quadratura (QD), nos arrastos horizontal (h), de nêuston inferior (ni) e de nêuston superior (ns).

gás	período	maré	arrasto	Carangidae	Clupeidae	Engraulidae	Hemiramphidae	Scombridae	Scorpaenidae	ovos
antes	seco	SZ	H	0	0	0	5	0	5	186
			ni	0	0	0	0	0	3	3
			ns	0	0	0	0	0	16	
	chuvoso	QD	H	5	3	0	0	4	0	56
			ni	0	0	0	0	0	100	
			ns	0	0	3	0	0	85	
		SZ	H	4	0	0	0	3	0	454
			ni	0	0	0	0	0	110	
			ns	0	0	0	0	0	0	
depois	seco	SZ	H	0	0	0	5	4	0	119
			ni	0	0	0	0	0	10	
			ns	0	0	0	5	0	7	
	chuvoso	QD	H	5	5	0	0	4	0	97
			ni	0	0	0	0	0	41	
			ns	5	3	0	0	0	13	
		SZ	h	8	0	0	5	6	3	181
			ni	3	0	0	3	0	0	154
			ns	0	0	0	0	0	0	0
			total	30	11	3	23	21	11	1.632

Apenas seis famílias de peixes foram identificadas nas amostras coletadas a 30 km da costa, nas três campanhas como um todo, número esse significativamente menor que aquele identificado para as famílias de peixes registradas nas coletas da etapa 1 ( $p < 0,05$ ), no Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca-PE) (Tabela 11). Destas, a família Carangidae foi aquela com o maior

número de larvas coletadas, seguida de Hemiramphidae e Scombridae, que apresentaram diferença significativa quando comparadas antes e depois do gás ( $p < 0,05$ ), sendo menos ocorrentes antes das injeções de gás. A família Scorpaenidae foi única cuja quantidade de larvas diminuiu após a injeção de gás, enquanto Engraulidae apresentou larvas apenas antes do gás (Figura 15).

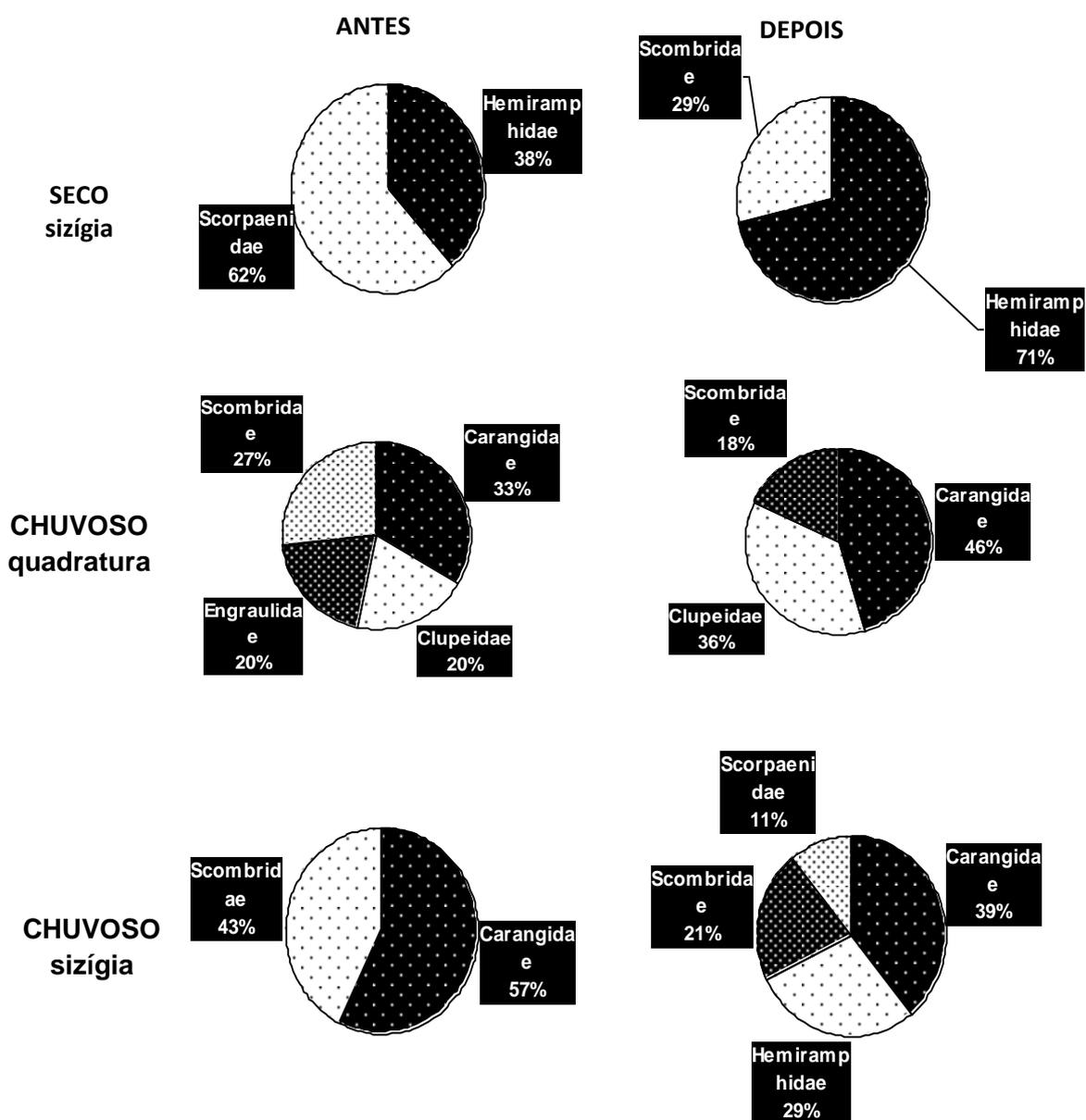


Figura 15 - Números percentuais (%) das larvas de peixes, por família, do ictionêuston/ictioplâncton na região costeira adjacente ao Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca - PE), nas amostras coletadas nas três campanhas realizadas.

Os índices de diversidade apresentaram valores entre baixos e muito baixos, quando analisadas as amostras coletadas nas três campanhas, tanto antes quanto depois das injeções de gás. O menor índice de diversidade (0,72 bits.indivíduo<sup>-1</sup>) foi estimado para uma amostra coletada no nêuston superior,

depois do gás, em maré de vazante e no período chuvoso, enquanto a maior diversidade ( $1,44 \text{ bits.indivíduo}^{-1}$ ) correspondeu a duas amostras com características distintas: antes e depois do gás; na baixa-mar e vazante, e nos períodos seco e chuvoso (Figura 16). A equitabilidade das famílias variou de 0,8 a 1  $\text{bit.indivíduo}^{-1}$ , mas, assim como a diversidade, não apresentou um padrão definido (Figura 17).

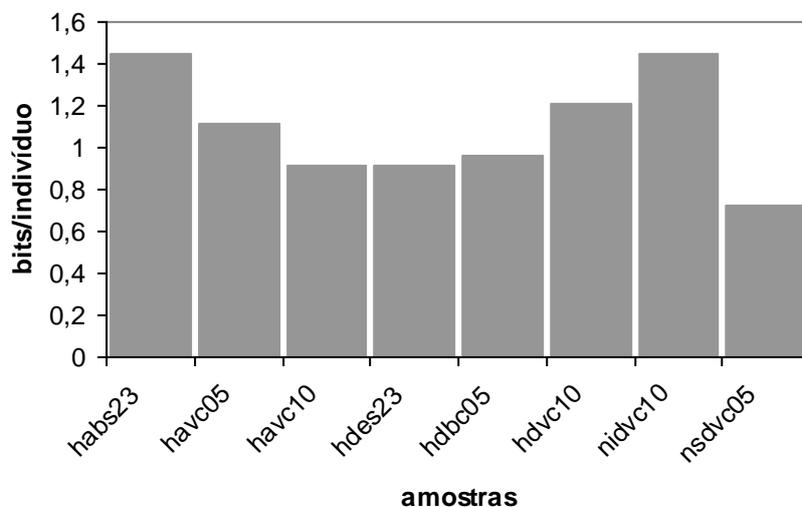


Figura 16 - Diversidade das famílias do ictionêuston/ictioplâncton na região costeira adjacente ao Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca - PE), nas amostras coletadas nas três campanhas realizadas, onde: a – antes do gás; d – depois do gás; h – arrasto horizontal; ni – nêuston inferior; ns – nêuston superior; b – baixa-mar; e – enchente; v – vazante; s – período seco; c – período chuvoso.

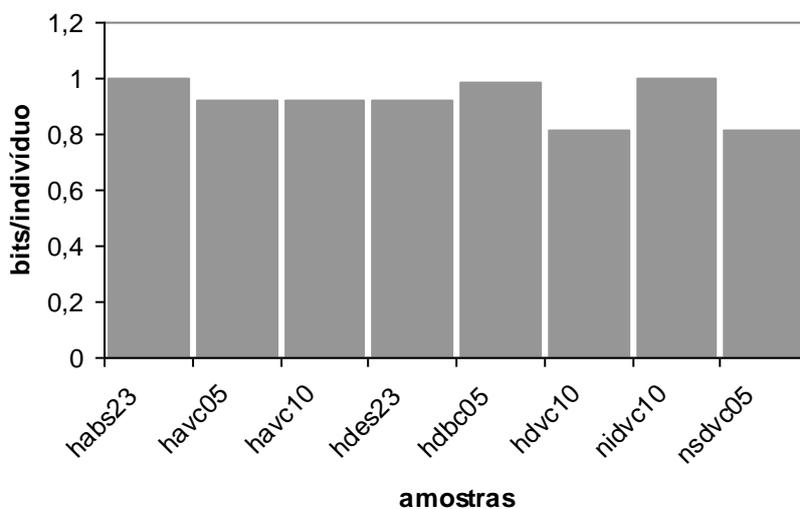


Figura 17 - Equitabilidade famílias do ictionêuston/ictioplâncton na região costeira adjacente ao Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca - PE), nas amostras coletadas nas três campanhas realizadas, onde: a – antes do gás; d – depois do gás; h – arrasto horizontal; ni – nêuston inferior; ns – nêuston superior; b – baixa-mar; e – enchente; v – vazante; s – período seco; c – período chuvoso.

## 7 DISCUSSÃO

A maioria das larvas peixes eclode de ovos demersais ou planctônicos (Breder e Rosen, 1966; Leiby, 1984) e, com poucas exceções, dispersam-se subsequentemente para o ambiente pelágico (Kingsford, 1988). Posteriormente, peixes demersais e associados aos recifes podem assentar próximos aos substratos (Williams, 1983), enquanto a metamorfose, no caso de espécies pelágicas, representa o final da fase planctônica (Kendall *et al.* 1984).

Durante a vida no plâncton, a disponibilidade de ovos e larvas é fortemente relacionada à dinâmica do estoque reprodutor de cada espécie, mas esta disponibilidade é modelada por condições oceanográficas e impactos antrópicos. Desta forma, diversos estudos (Parrish *et al.*, 1981; Cury e Roy, 1989; Katsuragawa e Matsuura, 1992; Odebrecht e Djurfeldt, 1996) têm mostrado que, para entender padrões de abundância e distribuição de ovos e larvas, em uma dada região, não se pode apenas compreender aspectos da dinâmica reprodutiva das espécies, mas também as condições oceanográficas vigentes naquela região, ao longo do período de desenvolvimento larval.

Tem sido argumentado que grandes padrões de circulação tendem a dispersar larvas de peixes, enquanto processos em pequenas escalas, como a circulação local, os eventos localizados de enriquecimento da coluna d'água, os pequenos vórtices, as frentes de convergência e o empilhamento costeiro, entre outros, podem servir para limitar a dispersão horizontal de ovos e larvas de peixes (Hare and Cowen, 1994; Shultz e Cowen, 1994; Sponaugle e Cowen, 1994). Os ovos e as larvas de peixes, registrados no Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca – PE), apresentaram diferenças em termos de abundância e

distribuição. Os ovos foram significativamente mais abundantes e melhor distribuídos do que as larvas de peixes, que tenderam a apresentar distribuição em forma de manchas.

Áreas com elevadas concentrações de ovos podem ser utilizadas como indicativo de locais de desova (Smith e Hewitt, 1985; Fonteles Filho, 1989). A distribuição de ovos ao longo de toda a área de estudo indica que Suape é uma importante área de desova, com a baía de Suape já tendo sido mencionada como o maior berçário de ovos e larvas de peixes de todo o litoral de Pernambuco, antes da implantação do Complexo Industrial e Portuário de Suape (CIPS). No presente estudo, apesar dos ovos de peixes não terem sido identificados, dada à mistura de táxons neríticos, costeiros e oceânicos encontrada em Suape, sugere-se como provável que desovas de táxons dos mais diversos ecossistemas estejam contribuindo para o povoamento dos ovos, naquele complexo estuarino.

O aumento no número de larvas, do mar aberto em direção ao interior da baía de Suape, foi corroborado pelos resultados obtidos em vários trabalhos, que reportaram um menor número de larvas em áreas mais distantes da costa, com aumento gradativo na quantidade em direção a ela (Mafalda-Jr, 2000; Ekau *et al.*, 2001; Silveira, 2003; Hickford *et al.*, 2003). A área de coleta mais próxima ao recife de arenito, onde há intensa correnteza, foi aquela que apresentou o menor número de ovos e larvas, enquanto na baía de Suape (área F), local mais abrigado dos movimentos intensos da massa d'água, foram registradas as maiores densidades do ictionêuston/ictioplâncton. O menor número de larvas coletadas na área C pode estar relacionado, também, às constantes atividades de dragagem a que esta área vem sendo submetida, fato

que reduz toda comunidade planctônica, como já relatado por Silva *et al.* (2004), enquanto a área F, onde há a presença de prados de capim-marinho (*Halodule wrightii*), que favorecem a desova de várias espécies de peixes, sugere-se como área-berçário para muitas famílias de peixes, com destaque para a família Clupeidae, porém com diversidade e abundância inferiores àquelas registradas antes da implantação do CIPS.

Diferenças significativas foram registradas entre as cinco áreas de coleta, durante a etapa 1 do estudo, sendo que as áreas A e C foram aquelas que apresentaram as maiores diferenças significativas, enquanto as áreas E e F foram as que tiveram o maior coeficiente de correlação. Isto se justifica porque as áreas A e C se localizam mais distantes da costa, podendo não receber influência do ambiente estuarino (Ekau *et al.*, 1999), e por serem as áreas E e F, correspondentes ao porto interno e baía de Suape, respectivamente, estando interligadas e submetidas à influência das massas d'água limnéticas e marinhas (Neumann *et al.*, 1998).

Apenas a família Clupeidae ocorreu nas amostras de todas as seis áreas de varredura, representando 58% do total de larvas, enquanto Sciaenidae, que per fez 12% das larvas, só não ocorreu na área A, mais distante do ambiente estuarino. Scaridae (área E), Belonidae e Gobiidae (área F) ocorreram em apenas uma área, com influência direta do ambiente estuarino, enquanto Hemiramphidae e Sphyraenidae não apresentaram larvas nas amostras exclusivamente estuarinas (áreas E e F). No entanto, larvas de grande parte das famílias citadas para o litoral de Pernambuco, por Vasconcelos-Filho (2001), bem como o grande número de famílias identificadas em áreas costeiras do Brasil (Ekau *et al.*, 1999; Nonaka *et al.*, 2000) e de

outras regiões tropicais do mundo (Richards *et al.*, 1993), não se apresentaram nas amostras do presente trabalho, o que pode evidenciar impactos antrópicos que vêm sendo realizados na área de Suape com as inúmeras instalações comerciais e industriais (Neumann-leitão *et al.*, 1994).

Clupeidae, além de ser a família de maior percentual de ocorrência na região de Suape (58%), foi aquela que apresentou larvas em todas as áreas estudadas, o que sugere sua ampla distribuição na região. Engraulidae, que fez o segundo maior percentual de ocorrência na totalidade das amostras, caracterizou-se por não apresentar larvas nas áreas mais distantes do ambiente estuarino (A e B) e por evidenciar um “gradiente” no número de larvas coletadas, com maior abundância na baía de Suape e menor na área C. Muitos estudos indicaram uma variação de densidade de ictioplâncton, dependendo de sua distância da costa, que se apresenta maior quanto mais próxima do estuário (Mafalfa-Jr, 1995; Thorrold e Williams, 1996; Silveira, 2003), corroborando os resultados obtidos no presente.

Vasconcelos *et al.* (1990), em levantamento realizado para a área de Suape antes da implantação do Porto (1977-1978), identificaram 30 famílias e 46 espécies de peixes. As famílias Lutjanidae, Mugilidae, Carangidae e Gerreidae foram as dominantes, com importância econômica para a região, destacando-se principalmente Sardinha-laje (*Opisthonema oglinum*), Xaréu (*Caranx bartholomaei*), Guaiúba (*Ocyurus chrysurus*) e Curimã (*Mugil lisa*). Cerca de 30 anos depois, Silva *et al.* (2009), estudando a ictiofauna da baía de Suape, identificou 20 famílias e 25 espécies. As famílias Clupeidae (36%) e Engraulidae (19%) foram as mais abundantes. Os resultados reportados no presente estudo corroborou a redução de famílias de peixes presentes no

Complexo Estuarino de Suape, evidenciada com a comparação dos resultados reportados por aqueles autores, com a implantação de inúmeros empreendimentos no decorrer das últimas três décadas.

No geral, a região de Suape, como um todo, apresenta Clupeidae e Engraulidae como as famílias dominantes na comunidade ictioneustônica, famílias essas que têm importância comercial (Lessa *et al.*, 1999) e, conjuntamente, perfizeram 81% do total de larvas coletadas no presente estudo. Clupeidae e Engraulidae têm sido citadas como famílias comuns em áreas costeiras e estuarinas de Pernambuco (Paranaguá *et al.*, 1999; Vasconcelos-Filho, 2001), como também em várias áreas tropicais do mundo (Yáñez-Arancibia, 1985; Longhurst e Pauly, 1987). Possivelmente, são famílias mais resilientes aos impactos antrópicos gerados naquela região.

A área A, que correspondeu ao transecto paralelo distante 3 km do recife de arenito e apresentou larvas de famílias de peixes não registradas nas demais áreas de estudo, na etapa 1, recebe influência direta das massas d'água marinhas e influência mínima do ambiente estuarino de Suape, fato este reportado por Ekau *et al.* (1999), que afirmaram que ambientes estuarinos podem não ter um impacto significativo sobre a comunidade ictioneustônica presente em áreas mais distantes da costa. Este fato, aliado a uma forte corrente marinha (sentido SE-NW) que atuava na área, observada durante as coletas (dados não apresentados no presente trabalho), pode ser responsável pelo baixo número de famílias presentes nas amostras.

A área B, distante 1,5 km do recife de arenito, onde a influência do ambiente estuarino já é perceptível pela presença de Mugilidae (Fischer, 1978), foi aquela que, conjuntamente com as áreas D e E, apresentou o segundo

maior número de táxons, na etapa 1. As áreas D e E (foz do rio Ipojuca e porto interno, respectivamente), que estão separadas tanto pela estrutura física do porto de Suape, na região costeira, quanto pelo aterro realizado previamente à instalação do porto (Melo-Filho, 1977), foram as únicas que apresentaram uma família de hábito exclusivamente bentônico (Paralychthidae), com 5% e 2% de ocorrência nas amostras, respectivamente.

A baía de Suape (área F) foi aquela que teve o maior número de larvas pertencentes às famílias cujas espécies apresentam porte de pequeno a médio e são consideradas costeiras, típicas de regiões tropicais e cosmopolitas (Vasconcelos-Filho, 2001). A grande predominância dessas famílias, conjuntamente com o registro de baixos índices de equitatividade, indica a degradação sofrida pelo ambiente da baía, após a implantação do complexo portuário. Outra peculiaridade registrada, diante das demais áreas da região de estudo, foi que as amostras advindas daquela baía apresentaram famílias que tiveram ocorrência exclusiva, como Belonidae e Gobiidae que, entretanto, tiveram baixos valores relativos às densidades.

Para o nível de impacto constantemente sofrido pela área, foram registrados índices elevados de diversidade e equitatividade de famílias da comunidade ictioneustônica/ictioplanctônica do Complexo Estuarino de Suape, fato que decorre da heterogeneidade ambiental da área. Deve-se ressaltar que, antes da implantação do porto de Suape, a área da baía era considerada o maior berçário e centro distribuidor de larvas para toda região costeira de Pernambuco (Mota e Carvalho, 1979). Com base no estudo atual, devido a uma maior concentração de larvas observada, a baía de Suape, mesmo apresentando um alto impacto em suas condições naturais, ainda se mostra

como uma importante área-berçário para peixes de interesse ecológico e econômico. Apesar disso, a não ocorrência de algumas famílias, típicas do litoral de Pernambuco, mostra que aquele ecossistema precisa de maior atenção por parte dos programas de políticas públicas estaduais, ao mesmo tempo em que se verifica a necessidade de maiores levantamentos científicos das formas jovens desses importantes recursos pesqueiros.

Em outros estuários pernambucanos, ovos e larvas têm sido registrados frequentemente, sempre com contribuições quantitativas insignificantes (Nascimento, 1980; Paranaguá e Nascimento-Vieira, 1984; Paranaguá, 1985/1986; Neumann-Leitão *et al.*, 1992; Sant'anna, 1993), possivelmente em decorrência do processo seletivo da malha (65  $\mu\text{m}$ ) utilizado nas coletas. Ekau *et al.* (2001) encontrou um número extremamente alto de ovos e larvas de Teleostei na área estuarina do canal de Santa Cruz (Itamaracá-PE), utilizando rede com 500  $\mu\text{m}$  de abertura de malha. Na área estuarina de Cananéia - SP, Sinque e Yamanaka (1982) também utilizaram rede com 500  $\mu\text{m}$  de abertura de malha e registraram alta densidade, decrescendo o número de ovos e larvas no sentido jusante-montante, com picos sazonais de outubro a março. Para a bacia do Pina (Recife – PE), Sant'anna (1993) mencionou que, embora as larvas de peixes tenham sido pouco significativas em abundância e densidade, foram representativas em termos de biomassa.

Recursos de análise multivariada são largamente utilizados em estudos de ictioplâncton e ictionêuston para tentar identificar associações entre táxons. Nonaka *et al.* (2000), estudando o ictioplâncton (táxons reunidos ao nível de famílias) na Região de Abrolhos, encontrou associações entre táxons que indicaram, claramente, a existência de quatro assembléias de peixes

geograficamente distintas: assembléia do Banco de Abrolhos, com táxons associados aos ambientes de recifes de corais; assembléia nerítica, composta por peixes pelágicos; assembléia de transição, caracterizada por táxons associados aos recifes de corais e mesopelágicos, e assembléia oceânica, constituída basicamente por peixes mesopelágicos.

Em 1995, dados de prospecção de larvas de peixes na plataforma continental de Pernambuco foram obtidos através do Projeto *JOPs II (Joint Oceanographic Projects – II)* (Ekau *et al.*, 1999). Análises de Cluster e MDS foram utilizadas para identificar assembléias de peixes nessa região, sendo encontradas quatro comunidades: comunidade de águas costeiras, dominada por larvas das famílias Labrisomidae, Clupeidae e Mullidae; comunidade de plataforma interna (Scaridae, Carangidae, Labridae e Gobiidae); comunidade de plataforma externa (Carangidae, Gonostomatidae e Monacanthidae) e comunidade oceânica, dominada por larvas das famílias Myctophidae, Scaridae e Paralepididae. Durante todo o período de estudo do ictionêuston/ictioplâncton em Suape, da mesma forma, tentou-se verificar a existência de associações de táxons, as quais indicassem a formação de assembléias de peixes características de uma outra região oceanográfica maior: província nerítica e oceânica.

Os resultados das análises multivariadas, como cluster, nas três campanhas oceanográficas da etapa 3, em uma área distante 30 km da costa, não indicaram a formação de assembléias características de uma ou outra região, sendo predominante a mistura de táxons costeiros, neríticos e oceânicos. Essa mistura de táxons de ecossistemas distintos pode ser reflexo de vários fatores combinados: 1) proximidade das estações costeiras e

oceânicas na área de transição, como na borda do talude; 2) empilhamento costeiro, trazendo táxons oceânicos em direção à costa, 3) maior capacidade de distribuição das famílias costeiras e neríticas pelágicas, entre estações costeiras e oceânicas e 4) largura da plataforma estreita, favorecendo uma sobreposição de táxons entre os diversos ambientes da área de estudo.

Na área norte do litoral da Bahia, Mafalda-Jr *et al.* (2006) observaram que o agrupamento dos táxons ictioplanctônicos revelou duas associações relacionadas ao regime de pluviosidade. A primeira associação, característica do período chuvoso, foi formada por famílias epipelágicas: Carangidae, Scombridae e Clupeidae. A segunda associação, típica do período seco, foi formada por famílias demersais (Gobiidae, Haemulidae e Gerreidae), além da mesopelágica Myctophidae e da epipelágica Engraulidae. As variáveis ambientais analisadas (temperatura, salinidade, oxigênio, turbidez, amônia e clorofila a) explicaram 92,7% da variação dos dados daquelas associações de larvas de peixes.

Em águas tropicais, a diversidade tende a ser alta, sendo o número de indivíduos por amostra da grande maioria das espécies, geralmente, muito baixo (Clarke, 1991). Há pouco mais de dez anos, os grandes ecossistemas marinhos da costa brasileira sofreram revisão, sendo propostos três grandes ecossistemas: Plataforma Norte do Brasil, Leste do Brasil e Plataforma Sul do Brasil (Ekau e Knoppers, 1999). As águas que banham a plataforma do estado do Rio Grande do Norte estão inseridas no grande ecossistema marinho leste do Brasil, caracterizado por possuir águas oligotróficas, dada à influência da corrente Sul Equatorial, que se divide, na quebra da plataforma, na corrente do Brasil e na corrente Norte do Brasil (Nonaka *et al.*, 2000). No caso da Bacia

Potiguar, a diversidade média foi baixa tanto para a camada superficial, quanto para a camada sub-superficial, sendo as densidades médias por estação típicas de regiões oligotróficas. Aquelas situações, portanto, corroboram os resultados obtidos para a região do Complexo Estuarino de Suape e região costeira adjacente.

Ainda durante o Projeto *JOPS-II*, em 1995, estudos de prospecção de ovos e larvas de peixes foram realizados na costa de Natal (entre 05°45'00"S e 35°03'12"W e 05°45'00"S e 34°23'12"W). Densidades de larvas de peixes, registradas durante aquele projeto, variaram entre 14 e 90 larvas.100m<sup>-3</sup> (Werner Ekau, Comunicação pessoal). Para a costa de Pernambuco, Ekau *et al.*, encontraram densidades variando entre 10 e 140 larvas.100m<sup>-3</sup>.

Baixos valores de densidade de larvas de peixes também foram registrados em estações da plataforma interna da Bacia Potiguar, em todas as campanhas realizadas naquela área, durante o *JOPs II*. Médias de valores de densidade de larvas, por campanha, variaram entre 13,61 e 74,56 larvas.100m<sup>-3</sup>, no epinêuston, e entre 2,6 e 13,05 larvas.100m<sup>-3</sup>, no hiponêuston. De acordo com Ekau *et al.* (1999), baixos valores de densidade de larvas, características do grande ecossistema marinho Leste do Brasil, evidencia a dominância da SECW sobre a comunidade ictioplanctônica. Em cenários como este, fenômenos em pequena escala geográfica, tais como processos de enriquecimento por re-suspensão e regeneração de nutrientes em regiões de borda do talude e talude, podem contribuir para aumentar a produtividade de áreas oligotróficas (Sabatés e Olivar, 1996).

A presença de ambientes recifais e estuários tende a promover um aumento na diversidade de ambientes adjacentes (Baelde, 1990). No caso da

Bacia Potiguar, a presença destes ambientes poderiam estar contribuindo para uma maior diversidade da região nerítica adjacente. No entanto, os baixos valores de densidade observados nas estações da plataforma interna da Bacia Potiguar indicam que a exportação de larvas, destes ecossistemas costeiros, pouco está contribuindo para o enriquecimento região nerítica da mesma. Situação semelhante foi observada na costa do estado de Pernambuco (Ekau *et al.* 1999), onde foi constatada a baixa exportação de larvas de peixes de ecossistemas berçários, tais como os manguezais, para as águas da plataforma de Pernambuco. Aqueles autores argumentaram que isto pode estar relacionado ao fato de que os manguezais, ao longo da costa de Pernambuco, são fragmentados e apresentam baixa densidade para que possam causar impacto na produtividade e biomassa gerais do plâncton de águas da plataforma.

Ao longo das três campanhas, na etapa 3, táxons das famílias Carangidae (*Decapterus punctatus*, *Selar crumenophthamus*, *Seriola dumerilii*) Clupeidae (*Opisthonema oglinum*, *Harengula pensacolae*), Exocoetidae (*Parexocoetus brachypterus*), Hemiramphidae (*Hemiramphus brasiliensis*; *Hyporhamphus unifasciatus*), Monacanthidae, Mugilidae (*Mugil curema*), Myctophidae e Scombridae (*Scomberomorus cavalla*, *Scomber* sp.) melhor representaram a comunidade ictioneustônica/ictioplanctônica, em termos de frequência de ocorrência, na área de estudo e/ou em termos de representatividade por valores de densidade.

Dentre as famílias de importância (CEPENE – IBAMA, 1999, 2000, 2001, 2002) econômica para a região, estão: Scombridae (albacoras, serras e cavalas: *Thynnus* sp., *Scomberomorus cavalla*, *Acanthocybium solandri*,

*Scomberomorus brasiliensis*: 975,43±284,05 t), Carangidae (*Seriola dumerili*, *Caranx spp.*, *Caranx crysos*, *Caranx hippos*: 89,05±12,79 t), Hemiramphidae (*Hemiramphus brasiliensis* or *Strongylura marina*: 112,15±4,05 t) Exocoetidae (*Hyrundichthys affinis*: 409,57±149,11 t), Clupeidae (*Opistonema oglinum*; *Llisha harrweri*; *Odontognathus mucronatus*; *Pellona harroweri*: 427,23±200,87 t) e Mugilidae (*Mugil curema*; *M. liza*; *M. brasiliensis*; *M. incilis*; *M. trichodon*: 624±115,15 t). Apesar de Suape ter apresentado densidades de larvas características de áreas oligotróficas, entre os táxons mais representativos durante o período de estudo, muitos estão entre os de maior importância econômica para a região. Esta situação indica a importância desta área, não apenas para os estágios iniciais do ciclo de vida das espécies de importância comercial, como também, conseqüentemente, para a manutenção dos estoques das mesmas. Dados aos elevados valores de equitabilidade encontrados no Complexo Estuarino de Suape (acima de 0,5), além da importância para estoques de espécies de valor comercial, a área apresenta grande relevância, também, para a manutenção de populações de diversas espécies associadas a ecossistemas costeiros, neríticos e oceânicos.

Quanto à hipótese da influência do gás natural, *in situ*, sobre a estrutura da comunidade do ictionêuston/ictioplâncton na região costeira adjacente ao Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca-PE), não foi possível observar diferenças significativas na composição e abundância das larvas de peixes, coletadas antes e depois das injeções de gás, nem associações que se justificassem tendo como causa esse fator, na etapa 3 deste estudo, uma vez que o gás sofria uma dispersão rápida na água do mar e que os experimentos eram feitos em área costeira afastada da linha de costa cerca de 30 km, onde a

turbulência também contribuía para aquela rápida dispersão. É possível supor que tenha havido influencia do gás natural ao nível de estruturas internas, porém, neste projeto, o objetivo era verificar efeitos em campo, diretamente nos indivíduos. Sugere-se, assim, que experimentos para avaliar a influência do gás natural sobre ovos e /ou larvas de peixes sejam empreendidos em laboratório especializado, onde todos os fatores bióticos e abióticos possam ser controlados.

## 8 CONCLUSÕES

No Complexo Estuarino de Suape (Ipojuca – PE), os ovos de peixes são significativamente mais abundantes e melhor distribuídos que as larvas, que se concentram em forma de “manchas”.

A região de Suape apresenta elevadas concentrações de ovos que, como servem de indicativo de locais de desova, sugerem que aquela região ainda se apresenta como importante área de desova.

O número de larvas observado entre as estações de mar aberto (etapa 3) e a baía de Suape (etapa 1), sofre um aumento gradativo.

A baía de Suape apresenta as maiores densidades (indivíduos.1000m<sup>-2</sup>), provavelmente por ser a área mais abrigada e por abrigar prados de capim-marinho (*Halodule wrightii*), que favorecem a desova de peixes, sugerindo-se como área-berçário.

As áreas correspondentes ao porto interno e à baía de Suape são aquelas que mais se assemelham em densidade e composição taxonômica, possivelmente por estarem interligadas e submetidas à influência das massas d'água limnéticas e marinhas.

Como larvas de famílias citadas para o litoral de Pernambuco, além de áreas costeiras do Brasil e de outras regiões tropicais do mundo, não se apresentaram na região, sugere-se a evidência de impactos antrópicos na área de Suape, com instalações comerciais e industriais.

Clupeidae e Engraulidae são as famílias mais ocorrentes no CES, perfazendo, conjuntamente, 81% do total de larvas coletadas no presente estudo.

Clupeidae se apresenta com ampla distribuição na região, ocorrendo em todas as áreas que compõem o CES, enquanto Engraulidae se sugere não apresentando larvas distantes do estuário e evidenciando um “gradiente”, com maior abundância na baía de Suape e menor nas adjacências do recife de arenito, sendo estas famílias possivelmente mais resilientes aos impactos antrópicos.

Para o nível de impacto constante na região do CES, são elevados os índices de diversidade e equitatividade de famílias naquela região, supostamente devido à heterogeneidade ambiental, ressaltando-se que, antes da implantação do CIPS, aquela baía era considerada o maior berçário e centro distribuidor de larvas para toda região costeira de Pernambuco.

Análises multivariadas, largamente utilizadas em estudos de ictioplâncton e ictionêuston para identificar associações entre táxons, não indicaram formação de assembléias (estuarinas ou neríticas) nas regiões costeira e estuarina de Suape, supostamente pela mistura de táxons costeiros, neríticos e oceânicos, observada em regiões tropicais.

Devido à não ocorrência de diferenças significativas na composição e abundância das larvas coletadas antes e depois das injeções de gás, nem associações que se justificassem tendo este fator como causa, a hipótese da influência do gás natural, *in situ*, sobre a estrutura da comunidade de larvas na região costeira adjacente ao CES (Ipojuca-PE) não se confirmou.

Como é possível supor que tenha havido influência do gás natural ao nível de estruturas internas de ovos e larvas, e como o objetivo deste projeto foi verificar efeitos em campo, diretamente nos indivíduos, sugere-se que experimentos para avaliar a influência do gás natural sobre ovos e /ou larvas de peixes sejam empreendidos em laboratório especializado, onde todos os fatores bióticos e abióticos possam ser controlados.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHLSTROM SYMPOSIUM, 1983. **Ontogeny and systematics of fishes.**

Sponsored by the National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration and United States Department of Commerce. Special Publication Number I. American Society of Ichthyologists and Herpetologists.

ALBUQUERQUE, C.F.e J.H. MUELBERT. 2004. The use of haematoxylin stain to improve contrast of growth increments in otoliths of larval whitemouth croaker. *Journal of Fish Biology* 64: 794-798.(This is an electronic version of an article published in *The Journal of Fish Biology*: complete citation information for the final version of the paper, as published in the print edition of *The Journal of Fish Biology*, is available on the Blackwell Synergy online delivery service, accessible via the journal's website at <http://www.blackwellpublishing.com/JFB> or <http://www.blackwell-synergy.com>)

ALBUQUERQUE, C.Q., MIEKELEY, N.e MUELBERT, J.H.. 2010. Whitemouth croaker, *Micropogonias furnieri*, trapped in a freshwater coastal lagoon: a natural comparison of freshwater and marine influences on otolith chemistry. *Neotropical Ichthyology*, 8(2): 311-320

ALBUQUERQUE, C.Q., MUELBERT, J.H. e SAMPAIO, L.A.. 2009. Early developmental aspects and validation of daily growth increments in otoliths of *Micropogonias furnieri* (Pisces, Sciaenidae) larvae reared in laboratory. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(3): 259-266

ASANO, K. ; MATSUURA, Y. ; KATSURAGAWA, M. 1991. Daily Egg Production Of The Brazilian Anchovy, *Engraulis anchoíta*. BULL. FAC. BIORESOURCES, MIE UNIV., v. 6, p. 47-55, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: **apresentação de citações em documentos: procedimentos**. Rio de Janeiro, 1990a. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12256: **apresentação de originais**. Rio de Janeiro, 1990b. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: **informação e documentação: referência: elaboração**. Rio de Janeiro, 2000a. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: **referências bibliográficas**. Rio de Janeiro, 2000b. 22p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6024: **numeração progressiva das seções de um documento**. Rio de Janeiro, 1989a. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6027: **apresentação de livros: procedimentos**. Rio de Janeiro, 1993. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6027: **sumário**. Rio de Janeiro, 1989b. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6028: **resumos**. Rio de Janeiro, 1990c. 3 p.

BARLETTA BERGAN, A.; SAINT PAUL, U.; BARLETTA, M. 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, 2002a.

BARLETTA BERGAN, A.; SAINT PAUL, U.; BARLETTA, M. Community structure and temporal variability of ichthyoplankton in North Brazilian mangrove creeks. **Journal of Fish Biology**, v. 61, p.35-51, 2002b.

BARROS, F.B.A.G.; CASTRO, M.S.; BONECKER, A.C.T. 2007. Description and distribution of the larvae of two species of Fistulariidae (Teleostei, Syngnathiformes) in the southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 7, n. 1, p. 101-104, 2007.

BEZERRA-Jr., J. L. **Malaco e ictionêuston da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (REVIZEE)**. Recife, 1999. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da UFPE. 108f.

BOLTOVSKOY, D. 1981. **Atlas del atlantico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**.(ed.), INIDEP, Mar del Plata, 936p.

BOLTOVSKOY, D. 1999. **Atlas del atlantico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**.(ed.), INIDEP, Mar del Plata, 936p.

BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H. L.; SASSI, R. 1997. **Planctologia na plataforma continental do Brasil – Diagnose e revisão bibliográfica**. MMA/CIRM/FEMAR. Rio de Janeiro. 196p.

BROWER, J. E. e ZAR, J, H., 1984. **Field and Laboratory Methods for General Ecology**. Second Edition. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa. 226p.

BRUNO, M.A. e MUELBERT, J.H.. 2009. Distribuição espacial e variações temporais da abundância de ovos e larvas de *Micropogonias furnieri* no Estuário da Lagoa dos Patos: registros históricos e forçantes ambientais. *Atlântica*, 31(1): 51-68.

BUSOLI, R.O. e MUELBERT, J.H.. 1999. Composição taxonômica e distribuição do ictioplâncton na zona de arrebentação da praia do Cassino. *Atlântica*, 21: 19-35.

BUSOLI, R.O. e MUELBERT, J.H.. 2003. Environmental Factors and Ichthyoplankton Dynamics in the Surf Zone of Cassino Sandy Beach (32o 10'S, 52o20'W). *Journal of Coastal Research*, SI(35): 463-471.

CASTRO, M.S.; BONECKER, A.C.T.; VALENTIN, J.L. Seasonal variation in fish larvae at the entrance of Guanabara Bay, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 48, n. 1, p.121-128, jan. , 2005.

EKAU, W.; KNOPPERS, B. 1999. An introduction to the pelagic system of the North-East and East Brazilian shelf. **Arch. Fish. Mar. Res.**, Jena, v. 47, n. 2-3, p. 113-132.

EKAU, W.; WESHAUS-EKAU, P.; MEDEIROS, C. 1999. Large scale distribution of fish larvae in the continental shelf waters off North-East Brazil. *Arch. Fish. Mar. Res.*, Jena, v. 47, n. 2-3, p. 183-200.

FAHAY, M. P. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Capes Hatteras to the Southern Scotian Shelf. *J. Northw. Atl. Fish Sci.*, vol.4, 419p.

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.

FRANCO, B. C.; MUELBERT, J. H.; MATA, M. M., 2006. Mesoscale physical processes and the distribution and composition of ichthyoplankton on the southern Brazilian shelf break. *Fish. Oceanogr.* 15:1, 37 – 43.

- FREITAS, D. e MUELBERT, J. H. 1998. **O ictioplâncton da região sudeste/sul da zona econômica exclusiva (ZEE)**. XI Semana Nacional de Oceanografia. Resumos Expandidos. Rio Grande – RS/Brasil. p.241-243.
- FREITAS, D.M. e J.H. MUELBERT. 2004. Ichthyoplankton distribution and abundance off southeastern and southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(4): 601-612.
- FREITAS, D.M.; MUELBERT, J.H. Ichthyoplankton distribution and abundance off southeastern and southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 47, n. 4, p. 601-612, ago., 2004.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Normas de apresentação tabular**. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993. 62p.
- GIGLIOTTI, E. S. ; GHERARDI, D. F. M. ; PAES, E. T. ; SOUZA, R. B. ; KATSURAGAWA, M. . Spatial analysis of egg distribution and geographic changes in the spawning habitat of the Brazilian sardine *Sardinella brasiliensis*. *Journal of Fish Biology*, p. no-no, 2010.
- GONÇALVES, A. A. ; SOUZA, J. A. F. ; SOUZA, J. A. F. ; VIEIRA, J. P. . Descrição trófica dos primeiros estágios de vida de *Micropogonias furnieri* (Sciaenidae) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil.. *Atlantica*<sup>JCR</sup>, Rio Grande, v. 21, n. único, p. 93-103, 1999.
- HEMPEL, G.; WEIKERT, H. 1972. The neuston the subtropical and boreal North-eastern Atlantic Ocean. *A. Ver. Mar. Biol.* 13: 70-88. In: BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H. L.; SASSI, R. 1997. **Planctologia na plataforma continental do Brasil – Diagnose e revisão bibliográfica**. MMA/CIRM/FEMAR. Rio de Janeiro. 196p.

IBAGY, A.S E C. SINQUE. 1995. Distribution of Sciaenidae eggs and larvae (Perciformes - Teleostei) in the coastal area of Rio Grande do Sul, Brazil. Arquivos de Biologia e Tecnologia 38(1): 249-270.

ITAGAKI, M. K. ; OHKAWARA, Marcio Hidekazu ; DIAS, J. F. ; KATSURAGAWA, M. . Descripyion of larvae and jovemes of Bairdiella ronchus (Sciaenidae: Teleostei) in southeastern Brazil. Scientia Marina, v. 71, p. 249-257, 2007.

KATSURAGAWA, M. Larval Development of the Atlantic Moonfish *Selene Setapinnis* (Osteichthyes, Carangidae) from southeastern Brazil. BULLETIN OF MARINE SCIENCE, MIAMI, FL - USA, v. 61, n. 3, p. 779-789, 1997.

KATSURAGAWA, M. ; DIAS, J. F. . Distribuição do Ictioplâncton Na Região de São Sebastião, Sp.. RELATÓRIOS TÉCNICOS DO INSTITUTO OCEANOGRÁFICO, SÃO PAULO, SP, v. 41, p. 15-28, 1997.

KATSURAGAWA, M. ; DIAS, J. F.; LOPES, C. L. . Ictioplanctôn. In: Pires-Vanin, A.M.S.. (Org.). Oceanografia de um Ecosistema Subtropical-Plataforma de São Sebastião. 1 ed. São Paulo: EDUSP, 2008, v. 1, p. 273-310.

KATSURAGAWA, M.; MATSUURA, Y. Comparison of The Diel And Spatial Distribution Patterns Of Ichthyoplankton And Ichthyoneuston In The Southeastern Brazilian Bight. BOLM INST. OCEANOGR., S PAULO, v. 38, n. 2, p. 133-146, 1990.

KATSURAGAWA, M. ; MATSUURA, Y. . Distribution and Abundance Of Carangid Larvae In The Southeastern Bra Zilian Bight During 1975-1981. BOLM INST. OCEANOGR., S PAULO, v. 40, n. 1/2, p. 55-78, 1992.

KATSURAGAWA, M. ; MATSUURA, Y. ; SUZUKI, K. ; DIAS, J. F. ; SPACH, H.

L. . O Ictioplancton Ao Largo de Ubatuba, Sp: Composicao, Distribuicao e Ocorrencia Sazonal (1985-1988). PUBLICAO ESP. INST. OCEANOGR., S PAULO, n. 10, p. 85-121, 1993.

KATSURAGAWA, M. ; MUELBERT, J. H.; DIAS, J. F. O ictioplâncton na região entre o cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS) . In: Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B.; Madureira, L. S. P.. (Org.). O Ambiente Oceanográfico de Plataforma e Talude das Regiões Sudeste e Sul do Brasil.. 1 ed. São Paulo: EDUSP/IMESP, 2006, v. 1, p. 359-446.

KOSLOW, J. A., 1992. Fecundity and the stock-recruitment relationship. Canadian J. of Fish and Aquatic Sci. 49:210-217. In: LESSA, R.; BEZERRA-JÚNIOR, J. L.; LIMA, M. M. de; PEREIRA, A. de A.; NASCIMENTO, C. R. do; HAYASHIDA, M. B.; NASCIMENTO, E. D. do. 1998. **Aspectos ecológicos do ictionêuston da Zona Econômica Exclusiva da Região Nordeste do Brasil (REVIZEE)**. DIMAR/UFRPE, Recife – PE. (Relatório Técnico, 33p.)

KURTZ, F. W.; PEREIRA, M. T. L. e LIMA, J. M. 1998. **Composição, distribuição e densidade do ictioplâncton ao largo da costa do Rio de Janeiro (21°S) e Espírito Santo (22°S) no verão de 1996**. XI Semana Nacional de Oceanografia. Resumos Expandidos. Rio Grande – RS/Brasil. p.163-165.

LESSA, R. P. 1997. **Sinopse dos estudos sobre elasmobrânquios da costa do Maranhão**. V 10. Bol. Lab. Hidrobiol. São Luís – MA. BR. 19-36p.

LESSA, R. P.; MAFALDA-JR, P.; ADVÍNCULA, R.; LUCCHESI, R. B.; BEZERRA-JR, J. L.; VASKE-JR, T.; HELLEBRANDT, D. 1999. **Distribution**

**and abundance of ichthyoneuston at seamounts and islands off North-Eastern Brazil.** Arch. Fish. Mar. Res. 47 (2/3), 239-252p.

LESSA, R.; BEZERRA JR., J.L.; LIMA, M.; PEREIRA, A.A.; NASCIMENTO, E.D. *Composição, distribuição e abundância do ictionêuston da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (1995-2000): Programa REVIZEE.* Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, Programa REVIZEE, Recife, 2000, 31 p.

LOPES, C. L.; DIAS, J. F.; KATSURAGAWA, M. 2000. **Ictionêuston da plataforma interna da região de São Sebastião (SP).** Univ. Mackenzie/IO/USP-Pr. Oceanográfico. XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia. Cuiabá – MT. p. 365.

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*, Barcelona, v. 70, n. 2, p. 189-202, jun., 2006.

MAFALDA-JR., P.O. 1987. Identificação das larvas e jovens de <>(Pisces-Gobiidae), na área industrial da Lagoa dos Patos, RS. In: Poli, C.R. e Nascimento, P.A.M. (eds.). Anais do II Seminário sobre Ciências do Mar, UFSC: 155-160.

MAFALDA-JR., P.O.; SINQUE, C.; MUELBERT, J.H. Associação de larvas de peixes na conta norte da Bahia. *Atlântica*, Rio Grande, v. 28, n. 1, p. 5-11, 2006.

MAFALDA-JR., P.O.; SOUZA, C.S. *Estrutura da comunidade de larvas de peixes da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil.* Comissão

Interministerial para os Recursos do Mar, Programa REVIZEE, Salvador, 2004, 60 p.

MAFALDA-JR., P.O; SINQUE, C.; MUELBERT, J.H.; SOUZA, C.S. Distribuição e Abundância do Ictioplâncton na costa Norte da Bahia, Brasil. *Tropical Oceanography*, Recife, v. 32, n. 1, p. 69-88, 2004.

MAFALDA-JR, P. O. Identificacao das Larvas e Jovens de Gobiosoma Parri (Pisces: Gobiidae), na area industrial da Lagoa dos Patos/Rs.. In: ANAIS DO II SEMINARIO DE CIENCIAS DO MAR, 1989. FLORIANOPOLIS. p. 155-160.

MAFALDA-JR, P. O. ; SILVA, V. R. F. Caracterização do ictioplâncton do sistema estuarino lagunar de Jequiá, Alagoas. Boletim de Estudos de Ciências do Mar, Maceió, v. 9, p. 89-104, 1996.

MAFALDA-JR, P. O. ; SOUZA, C. S.. Oceanografia Biológica: Estrutura da Comunidade de Larvas de Peixes na ZEE da Região Nordeste do Nordeste do Brasil. In: Fábio Hissa Vieira Hazin. (Org.). Coleção PROGRAMA REVIZEE SCORE NORDESTE. Fortaleza: Martins e Cordeiro Ltda, 2009, v. 2, p. 120-165.

MAFALDA-JR, P. O. ; SOUZA, C. S. ; VELAME, M.P. B. Fish larvae assemblage of a coastal area under influence of petrochemical activities, in Todos os Santos bay, Bahia, Brazil. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, v. 11, p. 457-464, 2008.

MAFALDA-JR, P. O. ; SOUZA, C. S.; VELAME, M. P. B.; SOUZA, P.M.; PINTO, N. C. T. ; SILVA, V. R. F. Oceanografia Biológica: Avaliação Espacial e Temporal do Ictioplâncton na ZEE da Região Nordeste do Nordeste do Brasil. In: Fábio Hissa Vieira Hazin. (Org.). Coleção PROGRAMA REVIZEE

SCORE NORDESTE. Fortaleza: Martins e Cordeiro Ltda, 2009, v. 2, p. 103-119.

MAFALDA-JR, P. O. ; SOUZA, C. Sampaio de ; WEISS, G. . Composition of Trichiuridae and Gempylidae larvae (Teleostei) and their association with water masses in the southwest Atlantic Ocean. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, v. 38, p. 3-20, 2009.

MARCOLIN, Catarina da Rocha ; CONCEICAO, B. L. ; NOGUEIRA, Marcos Moura ; MAFALDA-JR, P. O. ; JONHSON, R. . Mesozooplankton and Ichthyoplankton composition in two tropical estuaries of Bahia, Brazil. *Check List (São Paulo. Online)*<sup>JCR</sup>, v. 6, p. 210-216, 2010.

MARTINS, I.M., J.M. DIAS, E.H. FERNANDES e J.H. MUELBERT. (2007). Numerical modelling of fish eggs dispersal at the Patos Lagoon estuary - Brazil. *Journal of Marine Systems*, 28(3-4): 537-555.

MATARESE, A. C.; KENDALL, A. W.; BLOOD, D. M. e VINTER, B. M. 1989. **Laboratory guide to early life history stages of Northeast Pacific fishes.** NOAA Technical Report NMFS 80. U. S. Department of Commerce.

MATSUURA, Y. e KITAHARA, E. M. (1995), Horizontal and vertical distribution of anchovy *Engraulis anchoita* eggs and larvae off Cape Santa Marta Grande in southern Brazil. *Arch. Fish. Mar. Res.*, **42** : (3), 239-250.

MATSUURA, Y. (1979), Distribution and abundance of eggs and larval of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*, during 1974-1975 and 1975-1976 seasons. *Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr.*, **34**, 1-12.

MATSUURA, Y. (1986), Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo Santa Marta Grande (SC). *Cienc. Cult.*, **38**, 1439-1450.

MATSUURA, Y. (1998), Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) spawning in the southeast Brazilian Bight over the period 1976-1993. *Rev. Bras. Oceanogr.*, **46** : (1), 33-43.

MATSUURA, Y. ; GARCIA, A. C. S. ; KATSURAGAWA, M. ; SUZUKI, K. . Distribution And Abundance Of Two Species Of Codlet (Teleostei, Bregmacerotidae) Larvae From The South-Eastern Brazilian Bight. *FISH. OCEANOGRAPHY*, v. 2, n. 2, p. 82-90, 1993.

MATSUURA, Y. ; KATSURAGAWA, M. . Larvae And Jovemes Of Grey Triggerfish `Balistes Capriscus' (Pisces: Balistidae) From Southern Brasil.. *JAPANESE JOURNAL OF ICHTHYOLOGY*, v. 28, n. 3, p. 267-275, 1981.

MATSUURA, Y. ; SPACH, H. L. ; KATSURAGAWA, M. . Comparison Of Spawning Patterns Of Brazilian Sardine (*Sardinella Brasiliensis*) And anchoíta (*Engraulis anchoíta*) In Ubatuba Region, Southernbrazil During 1985 Through 1988. *BOLM INST. OCEANOGR.*, S PAULO, v. 40, n. 1/2, p. 101-115, 1992.

MATSUURA, Y.; NAKATANI, K. e TOMMASI, S. T. J. (1980), Distribuição sazonal de zooplâncton, ovos e larvas de peixe na região centro-sul do Brasil (1975-1977). *Bol. Inst. Oceanogr.*, **29** : (2), 231-235.

MMA/SECIRM/IBAMA. 1995. **Programa nacional de avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva – proposta regional de trabalho para a região norte**. Belém. 65p.

MOSER, H. G. 1984. **Morphological and Functional Aspects of Marine Fish Larvae**. In: **Marine Fish Larvae. Morphology, Ecology, and Relation to Fisheries**. Reaben Lasker, Editor. Publisher Washington Sea Grant Program. 131p.

- MUELBERT, J. H. e SINQUE, C. (1995), Processos oceanográficos e a distribuição de larvas de peixes na plataforma continental sul brasileira. 6. Congresso Latino Americano de Ciencias del Mar. *Resumo*. pp. 140.
- MUELBERT, J. H. e SINQUE, C. (1996), Distribution of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) larvae in the southern brazilian continental shelf. *Mar. Freshwater Res.*, **47**, 311-314.
- MUELBERT, J.H. e C. SINQUE. 1996. The distribution of bluefish larvae (*Pomatomus saltatrix*) in the continental shelf of southern Brazil. *Marine and Freshwater Research*, 47: 311-314.
- MUELBERT, J.H. 1995. Fluorimetric determination of RNA and DNA in fish larvae. *Arq. Biol. Tec.*, 38(4): 1269-1285.
- MUELBERT, J.H. AND G. WEISS. 1991. Abundance and distribution of fish larvae in the channel area of the Patos Lagoon Estuary, Brazil. In: Larval fish recruitment and research in the Americas: proceedings of the thirteenth annual fish conference. NOAA Tech. Rep. NMFS 95: 43-54.
- MUELBERT, J.H., M. R. LEWIS AND D. E. KELLY. 1994. The importance of small-scale turbulence in the feeding of herring larvae. *J. Plank. Res.*, 16(8): 927-944.
- MUELBERT, J.H., M.E. ACHA, H. MIANZAN, R. GUERRERO, R. RETA, E.S. BRAGA, V.M.T. GARCIA, A. BERASATEGUI, M. GOMEZ-ERACHE e F. RAMÍREZ. (2008). Biological, Physical and chemical properties at the Subtropical Shelf Front zone in the SW Atlantic Continental Shelf. *Continental Shelf Research*, 28(13): 1662-1673.

- NAGATA, N. e MUELBERT, J. H. 1998. **Ovos e larvas de peixes na região sudeste/sul da zona econômica exclusiva (ZEE)**. XI Semana Nacional de Oceanografia. Resumos Expandidos. Rio Grande – RS/Brasil. p.280-282.
- NONAKA, R. H.; MATSUURA, Y. e SUZUKI, K. 2000. **Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the abrolhos bank region off eastern Brazil**. Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo. São Paulo. Fish. Bull. 98: 767-784 p.
- NONAKA, R.H.; MATSUURA, Y.; SUZUKI, K. Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank region off eastern Brazil. *Fishery Bulletin*, v. 98, n. 4, p. 767-784, 2000.
- OKYAMA, M. 1988. **An atlas of the early stage fishes in Japan**. Tokyo. Tokoi University press. 1154p.
- OLIVAR, M. P.; FORTUÑO, J. M.1991. **Guide to ichthyoplankton of the southeast atlantic (benguela current region)**. Scientia Marinha. Vol. 55. Nº 1. Spain. Instituto de Ciências del Mar. 387p.
- OXENFORD, H. A; MAHON, R. e HUNTE, W. 1995. **Distribution and relative abundance of flyingfish (Exocoetidae) in the eastern Caribbean**. Marine Ecology Progress Series, Vol. 117: 11-23.
- PARIN, N. V., 1968. Ichthyofauna of the epipelagic zone. Israel Program. Sci. Trasl.. In: LESSA, R.; BEZERRA-JÚNIOR, J. L.; LIMA, M. M. de; PEREIRA, A. de A.; NASCIMENTO, C. R. do; HAYASHIDA, M. B.; NASCIMENTO, E. D. do. 1998. **Aspectos ecológicos do ictionêuston da Zona Econômica Exclusiva da Região Nordeste do Brasil (REVIZEE)**. DIMAR/UFRPE, Recife – PE. (Relatório Técnico, 33p.)

PINTO, N.C.T.; MAFALDA, JR., P.; MEDEIROS, C.; MOURA, G.; SOUZA, C.S.

Distribuição de larvas de *Katsuwonus pelamis* (Pisces, Scombridae), em larga escala, na Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil. *Tropical Oceanography*, Recife, v. 30, n. 2, p. 119-131, 2002.

PINTO, N. C. T. ; MAFALDA-JR, P. O. ; MEDEIROS, C.; MOURA, G.; SOUZA,

C. S. Distribuição de larvas de *Katsuwonus pelamis* (Pisces, Scombridae), em larga escala, na zona econômica exclusiva do nordeste do Brasil. *Tropical Oceanography*<sup>JCR</sup>, Recife, PE, v. 30, n. 2, p. 119-131, 2002.

SILVA, Valéria Rocha F ; MAFALDA-JR, P. O. . Estudo da comunidade

ictioplanctônica da corrente do Brasil, na área entre Salvador, BA e Aracajú, SE. In: Anais do VII Congresso Nordestino de Ecologia, 1997, Ilhéus. p. 241-242.

SILVEIRA, P. C. A. 2003. *Ictionêuston da Zona Econômica Exclusiva referente ao Estado do Maranhão (Região Norte do Brasil)*. Dissertação de Mestrado.

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da UFPE. 56f.

SILVEIRA, P.C.A. 2008. Impacto f oceanographic conditions on distribution and abundance of larval fish in northern Brazil. Dissertation der Universitat Bremen, 92p.

SMITH, D. G. 1979. **Guide to the Leptocephali (Elopiformes, Anguilliformes and Notacanthiformes)**. NOAA Technical Report NMFS Circular 424. Texa. 35p.

SMITH, P. E. e RICHARDSON, S. L., 1979. **Standard techniques for pelagic egg and larva surveyys**. FAO Fish. Tech. Paper. n. 175. Rome.

SOUZA, S. S. P.; BITTENCOURT, S. C. S.; FORO, R. A.; FERREIRA, S. G. C.; BELÚCIO, L. F. 2002. **Ictioplâncton da ZEE Norte de Brasil, ao largo da**

- costa do Amapá (OP. Norte II, REVIZEE – SCORE NO).** Laboratório de Biologia Aquática. Depto. De Biologia – UFPA. XXIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Itajaí – Santa Catarina. p. 625.
- SOUZA, C. S.; BARREIRO, A. S. ; MAFALDA-JR, P. O. padrões espaciais e temporais de larvas de Scaridae. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology (Impresso), v. 14, p. 1-11, 2010.
- SPECK, C.; GRANDO, A. P.; RODRIGUES-RIBEIRO, M. 1997. **Distribuição e abundância do ictioplâncton na reserva biológica marinha do arvoredo e sua região de entorno, com ênfase às famílias Clupeidae e Engraulidae.** Faculdade de Ciências do Mar – FACIMAR/UNIVALI. Semana Nacional de Oceanografia. Anais – Proceedings. Itajaí – Santa Catarina. p. 204-206.
- STTAIGER, J. C. 1965. **Atlantic flyingfishes of the genus Cypselurus, with descriptions of the juveniles.** Bulletin of Marine Science, 15(3): 672-725p.
- SUDENE, 1976. **Pesquisas dos recursos pesqueiros da plataforma continental maranhense.** Recife, 67p. (série Estudos de Pesca, 6).
- VAZ, A.C., C.E. PARADA, E.D. PALMA, J.H. MUELBERT e E.L.D. CAMPOS. 2007. Modeling transport and retention of *Engraulis anchoita* Hubbs e Marini, 1935 (Clupeiformes, Engraulidae) early life stages along the Central Southwestern Atlantic Continental Shelf. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 2(2): 179-190.
- WEISS, G. AND J.A.F. SOUZA. 1977a. Estudo comparativo preliminar de pós-larvas e jovens das três espécies de Engraulidae da costa sul do Brasil, Uruguai Argentina. Atlântica, Rio Grande. 2(1):1-20.

WEISS, G. AND J.A.F. SOUZA. 1977b. Desova invernal de *Engraulis anchoita* na costa sul do Brasil em 1970 e 1976. *Atlântica*, Rio Grande. 2(2):5-24.

WEISS, G. AND L.C. KRUG. 1977. Características do desenvolvimento e metamorfose de *Lycengraulis olidos* (Engraulidae) e *Brevoortia pectinata* (Clupeidae) no Estuário da Lagoa dos Patos, RS. Brasil. *Atlântica*, Rio Grande. 1(1/2):1-99.

WEISS, G., G. HUBOLD E A.C.D. BAINAY. 1987. Larval development of the Zeiform Fishes *Antigonia capros* (Lowe, 1843) and *Zenopsis conchifer* (Lowe, 1852) from the southwest Atlantic. *Cybiu* 11(1):79-91.

WEISS, G., G. HUBOLD E A.C.T. BONECKER. 1988. Eggs and larvae of *Maurolicus muelleri* (Cymelin, 1789) (Teleostei, Sternoptychidae) in the southwest Atlantic. *Meeresforsch.* 32:53-60.

WEISS, G.; SOUZA, J. A. F. . Resenha das investigações sobre o ictioplâncton do estuário da Lagoa dos Patos, Brasil.. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 375-376, 1980.

WEISS, G.; SOUZA, J. A. F. ; SANTOS, A. 1976. Contribuição ao conhecimento do ictioplâncton marinho da plataforma sul do Brasil.. *Atlântica*, Rio Grande, v. 1, n. 1/2, p. 7-78, 1976.