

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA de PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**ICTIOPLÂNCTON DO COMPLEXO ESTUARINO DE ITAPESSOCA – LITORAL NORTE
DE PERNAMBUCO, PE**

ROSANA COIMBRA DE SOUZA

SÃO CARLOS –SP
2003

**ICTIOPLÂNCTON DO COMPLEXO ESTUARINO DE ITAPESSOCA - LITORAL NORTE
DE PERNAMBUCO, PE.**



ROSANA COIMBRA DE SOUZA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA de PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**ICTIOPLÂNCTON DO COMPLEXO ESTUARINO DE ITAPESSOCA - LITORAL NORTE
DE PERNAMBUCO, PE**

ROSANA COIMBRA DE SOUZA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

SÃO CARLOS –SP
2003

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

S729ic

Souza, Rosana Coimbra.

Ictioplâncton do complexo estuarino de Itapessoca norte de Pernambuco - PE / Rosana Coimbra Souza. -- São Carlos : UFSCar, 2003.

101 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2003.

1. Ictiologia. 2. Estuário de Itapessoca. 3. Ecologia de ovos e larvas de peixes. 4. Variações espaciais e temporais. I. Título.

CDD: 597 (20^a)

Profa. Dra. Nelsy Fenerich Vera
Orientadora

Prof. Dr. William Severi
Co-orientação

A Deus

À minha Mãe Ana Maria e irmã Ana Cláudia, pela amizade, amor e carinho e por tudo que fizeram para que conseguisse alcançar o meu propósito.

À minha amada filha Alice que, apesar dos seus 5 aninhos, soube compreender os inúmeros momentos em que estive ausente, mantendo seu carinho e alegria os quais sem eles não conseguiria continuar minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade de São Carlos pela oportunidade de dar continuação à minha formação acadêmica.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial ao Departamento de Pesca, que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida.

À Profa. Dra. Nelsy Fenerich Verani, minha orientadora, com a qual aprendi muito, e que muito tenho a lhe agradecer, pois durante os últimos momentos deste trabalho não foi apenas à orientadora, mas uma grande amiga, que compartilhou suas valiosas críticas e sugestões, para que esse trabalho fosse concluído.

Ao Prof. Dr. William Severi, por ter me dado oportunidade de desenvolver minha tese em seu laboratório, e por tudo que aprendi com nossa convivência e amizade.

Ao Prof. Dr. José Roberto Verani, pelas valiosas sugestões, amizade e paciência.

Ao Prof. Dr. Alberto Carvalho Peret, pelas orientações estatísticas, sugestões, incentivo e amizade.

À banca do exame de qualificação, Profa. Dra. Odete Rocha, Prof. Dr. Orlando Moreira Filho, Prof. Dr. Alberto Carvalho Peret, pelas críticas e sugestões de grande importância para o enriquecimento do trabalho.

Aos integrantes da Banca Examinadora, Profa. Dra. Odila Rigolin de Sá (UEM/Passos-MG), Prof. Dr. Carlos Eduardo Matheus (USP/S.Carlos/SP), Prof. Dr. Alberto

Peret (PPG-ERN/UFSCar), Prof. Dr. José Roberto Verani (PPG-ERN/UFSCar), Profa. Dra. Nelsy Fenerich Verani (PPG-ERN/UFSCar), pelas críticas e sugestões valiosas.

A todos do laboratório de ictiologia do Departamento Hidrobiologia, Evelise, Fernanda e Amábile, que me acolheram com tanto carinho..

Agradecimento especial à Magda Yamada pela amizade e colaboração indispensáveis.

Aos amigos Rodolfo Salm, Carlos Henke, Rogério Hartung, e Osmar pelas colaborações e sugestões valiosas.

A todos dos laboratórios de Ictiologia e Limnologia da Universidade Rural de Pernambuco.

Aos meus amigos Elton, Mavíael, Tatiane, Isabela, Bruno Urach, André, Ângelo, Marcos, Egidio, Andreza, Anderson, Sergio, Bruno Dourado e Aureliano, pelo apoio e amizade.

Às minhas grandes amigas Ana Carla, Emilia, Raquel e Sandrinha, por todo carinho e paciência que tiveram nos momentos mais difíceis, e principalmente pela nossa amizade.

A meu amigo Marcos, pelo apoio e incentivo durante esse trabalho.

Aos meus grandes amigos Adriano, Acionildo, Lobão, Edvânia, Elis, Olavo, Valeria, Lú, Sergio Mendes, Didi e Kleane, pelo apoio e amizade.

À dona Ana, dona Cida, Silva, que me acolheram de braços abertos.

Ao querido amigo Ivan pelo apoio, incentivo durante todos os momentos, na realização desta tese.

Aos amigos que caminharam juntos comigo, ou que, de alguma forma, contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse enfim efetivado.

Em especial quero dedicar este trabalho ao Prof. Dr Antônio Lisboa, que apesar de não mais se encontrar em nosso convívio, estará eternamente presente na dimensão maior junto aos que deixaram em vida um exemplo concreto de honra, dignidade e caráter humano.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	6
2 ÁREA DE ESTUDO	7
2.1 Caracterização do litoral norte de Pernambuco	7
2.2 Caracterização do complexo estuarino de Itapessoca	9
2.3 Caracterização das estações de coleta	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Localização das estações de amostragem	17
3.2 Caracterização ambiental	19
3.3 Amostragem do ictioplâncton	19
3.4 Procedimento em laboratório	20
3.4.1 Dados abióticos	20
3.4.2 Ictioplâncton	20
3.5 Metodologia das análises	21
3.5.1 Variáveis ambientais	21
3.5.2 Ictioplâncton	23
3.6 Composição do ictioplâncton	25
3.6.1 A abundância relativa	25
3.6.2 Constância de DAJOZ (1983)	25
3.6.2 Índice de Importância das Famílias – INDVA	26
3.6.3 Análise de Diversidade e Equitabilidade	27
3.6.4 Análise de Correspondência	28
4 RESULTADOS	30
4.1 Variáveis ambientais	30
4.1.1 Pluviosidade	30
4.1.2 Transparência da água (Profundidade de visibilidade do disco de Secchi)	31
4.1.3 Temperatura da água	32
4.1.4 Salinidade	34
4.1.5 Nitrito	37
4.1.6 Nitrato	39
4.1.7 Amônia	40
4.1.8 Fosfato dissolvido	42
4.1.9 Clorofila – a	44
4.1.10 Alcalinidade	46
4.2 Análise numérica das variáveis ambientais	48
4.2.1 Análise dos Componentes Principais (ACP)	48
4.2.2 Análise Discriminante	49
5 COMPOSIÇÃO DO ICTIOPLÂNCTON	51
5.1 Ovos e Larvas	51
5.1.1 Análise dos Correspondentes Canônica (ACC)	55
5.2 Táxons	57
5.2.1 Índice de constância (DAJOZ, 1983)	62
5.2.2 Análise INDVAL	64
5.2.3 Diversidade e Equitabilidade	67
5.2.4 Análise de Correspondência (AC)]	70
6 DISCUSSÃO	71
7 CONCLUSÃO	78
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Localização geográfica do estuário de Itapessoca (PE, Brasil)	11
FIGURA 2- Vista da estação de coleta 1	13
FIGURA 3 - Vista da estação de coleta 2	13
FIGURA 4 - Vista da estação de coleta 3	14
FIGURA 5 - Vista da estação de coleta 4	14
FIGURA 6 - Vista da estação de coleta 5	15
FIGURA 7- Vista da estação de coleta 6	15
FIGURA 8 - Vista da estação de coleta 7	16
FIGURA 9 - Mapa do estuário de Itapessoca (PE, Brasil), com localização das estações de amostragem.	18
FIGURA 10 - Fluxograma da metodologia de análises utilizada para os dados registrados no entre os meses de abril de 2001 a abril de 2002, do complexo estuarino de Itapessoca	29
FIGURA 11 - Variação do índice pluviométrico, expresso por precipitação mensal (mm), entre os meses de abril de 2001 a abril de 2002, no complexo estuarino de Itapessoca (Dados fornecidos pela Secretária de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco).	30
FIGURA 12 - Distribuição dos valores médios da transparência da água ao longo dos meses de amostragem no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril/2001 a abril/2002	31
FIGURA 13 - Distribuição dos valores médios da transparência da água nas estações de amostragem no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril/2001 a abril/2002	32
FIGURA 14 - Distribuição dos valores médios da temperatura da água por mês (A) e por estação (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.	33
FIGURA 15 - Distribuição dos valores médios da temperatura da água nas diferentes profundidades* no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002 (* S – superfície; M – meio e F-fundo).	34
FIGURA 16 - Variação dos valores médios da salinidade ao longo dos meses (A) e estações de coleta (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.	35

FIGURA 17 - Variação dos valores médios da salinidade em diferentes profundidades* no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002 (* S – superfície, M – Meio, F – Fundo).	36
FIGURA 18 - Variação dos valores médios das concentrações de nitrito ao longo dos meses (A) e estações (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.	37
FIGURA 19 - Variação dos valores médios das concentrações de nitrito em diferentes *profundidades no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002. . (* S – superfície, M – Meio, F – Fundo)	38
FIGURA 20 - Variação dos valores médios das concentrações de nitrato ao longo dos meses (A), estações (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.	39
FIGURA 21 - Variação dos valores médios das concentrações de nitrato por profundidades no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002. (* S – superfície, M – Meio, F – Fundo)	40
FIGURA 22 -Variação dos valores médios das concentrações de amônia ao longo dos meses (A), estações (B) e *profundidades (C) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002. .* (S – superfície, M – Meio, F – Fundo).	41
FIGURA 23 - Variação dos valores médios das concentrações de fosfato dissolvido ao longo dos meses (A) e estações (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.	42
FIGURA 24 - Variação dos valores médios das concentrações de fosfato dissolvido em diferentes *profundidades no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.	43
FIGURA 25 - Variação dos valores médios das concentrações de cloroflia -a ao longo dos meses no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002	44
FIGURA 26 - Variação dos valores médios das concentrações de cloroflia-a nas estações de coletas (A) e em diferentes *profundidades (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002. .* (S – superfície, M – Meio, F – Fundo)	45
FIGURA 27 - Variação dos valores médios de alcalinidade ao longo dos meses no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.	46
FIGURA 28 - Variação dos valores médios de alcalinidade ao longo das estações de coleta (A) e em diferentes *profundidades (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002. .* (S – superfície, M – Meio, F – Fundo) ..	47

FIGURA 29 - Representação gráfica do plano Fatorial I-II da Análise dos Componentes Principais das variáveis ambientais e dos meses de coleta no estuário de Itapessoca, estação 1. (A-abril/01, B-maio/01, C-junho/01, D-julho/01, E-agosto/01, F-Setembro/01 G- outubro/01, H- novembro/01, I- dezembro/01, J- janeiro/02, K-fevereiro/02, L-março/02, M-abril/02).	49
FIGURA 30 - Representação gráfica da Análise de Discriminante aplicada às estações de amostragem.....	50
FIGURA 31 - Densidade média de ovos.100m ⁻³ por meses, no complexo estuarino de Itapessoca.	51
FIGURA 32 - Densidade média de ovos.100m ⁻³ , por estação, marés (V-vazante; E- enchente) e período (N – noturno; D –diurno) no complexo estuarino de Itapessoca.	52
FIGURA 33 - Densidade média de larvas.100m ⁻³ , por meses, no complexo estuarino de Itapessoca.	53
FIGURA 34 - Densidade média de larvas.100m ⁻³ , por estação (A), marés (V-vazante; E- enchente) e período (N – noturno; D –diurno) (B) no complexo estuarino de Itapessoca.	54
FIGURA 35 - Representação gráfica da Análise de Correspondência aplicada aos dados de frequência de ocorrência de ovos, coletados durante os meses de estudo para cada estação de amostragem (o = meses; • = estações de coleta)	55
FIGURA 36 - Representação gráfica da Análise de Correspondência aplicada aos dados de frequência de ocorrência de larvas coletadas durante os meses de estudo para cada estação de amostragem (o = meses; • = estações de coleta).	56
FIGURA 37 - Valores estimados do Índice de Importância Individual (INDVAL - %) e do Índice de Constância de DAJOZ (%) relativos às Estações de Coleta, do ictioplâncton no Estuário de Itapessoca, PE, no período de abril/01 a abril/02.	66
FIGURA 38 - Representação gráfica dos valores mensais estimados da diversidade específica de Shannon-Wiener (decits.ind), da equitabilidade e da riqueza de famílias (S), no estuário de Itapessoca.	68
FIGURA 39 - Representação gráfica dos valores estimados da diversidade específica de Shannon-Wiener (decits.ind), da equitabilidade e da riqueza de famílias (S), em cada estação no estuário de Itapessoca.	69
FIGURA 40 – Análise de Correspondência aplicada aos táxons, coletados durante o período de estudo para cada estação de amostragem	70

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Localização das estações de coletas.	17
TABELA 2 - Táxons encontrados no ictioplâncton do estuário do rio Itapessoca nas 7 estações, no período de abril/01 a abril de 2002. Número total de indivíduos por ordem e família.	60
TABELA 3 - Densidade total de larvas (larvas.100m ⁻³) das famílias durante o período de estudo no complexo estuarino de Itapessoca.	61
TABELA 4 - Densidade total de larvas (larvas.100m ⁻³) das famílias durante o período de estudo no complexo estuarino de Itapessoca	61
TABELA 5 - Frequência relativa mensal da ocorrência das famílias no estuário de Itapessoca, durante o período de abril/01 a abril/02, classificadas como Constantes (CT), Acessórias (AC) e Acidentais (AD)	62
TABELA 6 - Frequência relativa de ocorrência das famílias por estação de coleta, no estuário de Itapessoca, durante o período de abril/01 a abril/02, classificadas como Constantes (CT), Acessórias (AC) e Acidentais (AD)	63
TABELA 7 - Variação do INDAVL com ocorrência no estuário de Itapessoca, considerando o período de estudo abril/01 a abril/02.	64
TABELA 8 - Variação do INDAVL com ocorrência no estuário de Itapessoca, considerando as sete estações de coleta.	65
TABELA 9 - Valores mensais do número total de famílias (riqueza =S), de diversidade específica de Shannon-Wiener ($H' = \text{decits.ind}$) e de equitabilidade das amostras coletadas no estuário de Itapessoca.	68
TABELA 10 - Valores do número total de famílias (riqueza =S), de diversidade específica de Shannon-Wiener ($H' = \text{decits.ind}$) e de equitabilidade, por estação de coleta, no estuário de Itapessoca.	69

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido no complexo estuarino de Itapessoca, litoral norte de Pernambuco (PE), entre as latitudes 07° 37' - 07° 41'S e longitudes 034° 50' - 34° 55'W, no período de abril de 2001 a abril de 2002, sendo estabelecidas em sete estações de coleta na expectativa de garantir a máxima representatividade da área de estudo. Com o objetivo de caracterizar o ambiente e a comunidade ictioplânctônica, procurou-se reconhecer as tendências de distribuição desses organismos e avaliar o papel do estuário como ambiente propício ao desenvolvimento das fases iniciais do ictiofauna local. Para tanto foram feitas medições da temperatura, salinidade e transparência da água, e coletadas amostras de água da superfície, do meio e do fundo para análise de nitrito, nitrato, fosfato dissolvido, amônia, alcalinidade e clorofila-*a*. As amostras do ictioplâncton foram coletadas em arrastos horizontais com auxílio de rede de plâncton cônico-cilíndrica com malha de 500 µm. Os arrastos tiveram uma duração padronizada de 10 minutos, com velocidade aproximada de dois nós. Foi calculada a diversidade específica para as larvas de peixes e os dados bióticos e abióticos foram inter-relacionados estatisticamente. Após os 13 meses de amostragem foram coletados 87.758 ovos e 6.677 larvas, correspondendo a uma densidade total de 39.445,34 ovos.100m⁻³ e 3.001,17 larvas.100m⁻³. Os ovos e as larvas estiveram presentes em todos os meses de amostragem e em todas as estações de coleta. Das larvas de peixes coletadas foram identificadas 8 ordens e 19 famílias. A família Engraulidae foi a mais abundante (69,53%), seguida de Eleotridae (7,73%) e de Gobiidae (6,53%). Apesar de o estuário de Itapessoca estar em um estado de considerável integridade, os valores estimados do índice de diversidade estimados foram baixos, quando comparados aos de outras regiões. Esta relativa baixa diversidade pode ser explicada pela dominância marcante da família Engraulidae, em todos os meses e estações de coleta. Constatou-se que o ambiente, no período estudado, caracterizou-se como sendo rico em fosfato e com altos valores de alcalinidade que podem demonstrar tendência à pH alcalino. As concentrações de clorofila-*a* foram condizentes com as de ambientes considerados produtivos, mas os baixos teores de nitrito, nitrato e amônia detectados podem estar indicando o nitrogênio como fator limitante da produtividade local, refletindo-se nas baixas frequências de ocorrência de organismos ictioplânctônicos no complexo estuarino de Itapessoca.

ABSTRACT

The present study was carried out in the estuarine complex of Itapessoca, located on the north coast of Pernambuco (PE) Brazil, at latitudes 07° 37' - 07° 41'S and the longitudes 034° 50' - 34° 55'W, from April 2001 to April 2002. The purpose was to characterize the environment and the ictioplanktonic community, attempting to recognize the distributional trends of these organisms, in order to evaluate the estuary's role as a site for the fish initial development phases. The water temperature, salinity and transparency were measured and the collected samples of the water were analyzed in order to estimate the levels of nitrite, nitrate and dissolved phosphate, ammonia, alkalinity and chlorophyll-*a*. The ictioplankton was collected through horizontal hauls with plankton net with 500 µm mesh. The hauls had a standard duration of 10 minutes, with the approximate speed of two knots. It was calculated the specific diversity of the fish larvae and the biotic and abiotic data were statistically related. A total of 87,758 eggs and 6,677 larvae were sampled corresponding to a total density of 39,445.34 eggs.100m⁻³ and 3,001.17 larvae.100m⁻³. The eggs and the larvae were present in all months and sampling stations. In relation to the fish larvae a total of 8 orders and 19 families were identified. The Engraulidae family was the most abundant (69,53%), followed by Eleotridae (7,73%) and Gobiidae (6,53%). Despite of the considerable integrity state of the Itapessoca estuary, the values of the diversity family indexes were low, in comparing to other estuarine areas. These low values can be explained by the dominance of the Engraulidae family, in all months and sampling stations. It was verified that the environment is rich in phosphate, with high levels of alkalinity; the levels of chlorophyll-*a* were in accordance with productive environments, but the low values of nitrite, nitrate and ammonia can indicate that nitrogen is a limiting factor of the local productivity, reflecting in the low occurrence levels of ictioplanktonic organisms at the estuarine complex of Itapessoca.

1. INTRODUÇÃO

Os primeiros estudos sobre ovos e estágios larvais de peixes ocorreram no final do século XIX, quando SARAS, em 1865, efetuou as primeiras investigações sobre a pesca do bacalhau *Gadus morhua*, verificando que os ovos desta espécie eram planctônicos (MURRAY & HJORT, 1912 apud RÉ, 1984). Esta constatação pôs fim à controvérsia, gerada na época, de que as técnicas convencionais de arrasto de fundo levadas a cabo por embarcações comerciais provocariam a destruição de posturas de certas espécies de interesse econômico (RÉ, op.cit.).

No período de 1880 a 1900, vários autores, em particular na Europa, contribuíram para os estudos da postura de algumas espécies comercializáveis, verificando que a maioria daquelas de valor econômico possuía ovos e estágios larvares planctônicos. Através de fecundação artificial, foi possível descrever detalhadamente os ovos e as primeiras fases de desenvolvimento de cerca de 80% dos teleósteos marinhos, possibilitando a identificação segura dos organismos ictioplanctônicos (RÉ, op.cit.).

A descrição dos estágios larvares mais avançados só pode ser efetuada após a utilização de redes de plâncton, empregadas pela primeira vez por PETERSEN (1904 apud HEMPEL, 1973).

Os estudos de distribuição e densidade dos ovos de peixes permitem delimitar as épocas de desova, locais de recrutamento e até mesmo estimar os estoques de algumas espécies de valor comercial, além de avaliar as modificações espaço-temporais da composição dos recursos pesqueiros (HEMPEL, op. cit.)

O ictioplâncton estuarino pode originar-se dentro do estuário ou de ambientes marinhos e de água doce (HAEDRICH, 1983; DANDO, 1984; DEEGAN & THOMPSON, 1985; DE LAFONTAINE, 1990; WHITFIELD, 1998).

De acordo com McHUGH (1967), a maioria dos peixes encontrados em estuários reproduzem-se no mar. As espécies marinhas que utilizam os estuários como berçário são recrutadas em uma fase vulnerável de seu ciclo de vida, particularmente durante o estágio larval de pós-flexão (GAUGHAN et al., 1990; WHITFIELD, 1990, 1994a; NEIRA et al., 1992; HARRIS & CYRUS, 1995). Considera-se que os riscos e custos do trânsito através destes gradientes substanciais são balanceados pelo recrutamento aumentado (DAY et al., 1989). Outros estudos mostram, no entanto, que os estuários podem ter uma grande incidência de espécies de teleósteos que completam seu ciclo de vida no ambiente estuarino (MELVILLE-SMITH & BAIRD, 1980; NEIRA et al., 1992). NEIRA & POTTER (1992) atribuíram a baixa representação de táxons marinhos e de água doce nos estuários a uma série de fatores, como eventos de descarga dos rios e falta de variação de maré, dentre outros.

O estado atual de conhecimento do ictioplâncton dos estuários brasileiros e das zonas costeiras é bastante limitado (BARLETTA-BERGAN et al., 2002). Pouca atenção tem sido dada à ecologia de larvas, além de que os estudos existentes são essencialmente oceânicos e os poucos em estuários foram desenvolvidos na região no sul do país (BRANDINI et al., 1997). Segundo esses autores, dos estudos planctônicos realizados na costa brasileira, predominam os trabalhos referentes ao zooplâncton, cerca de 45% do total, seguido pelo fitoplâncton correspondendo a 34%, pelo ictioplâncton com 8%, pelo protozooplâncton, com 4% e pelo bacterioplâncton com 2%. Dentre as regiões mais estudadas, respeitando a direção norte-sul, destacam-se: Recife/Itamaracá (PE), Cabo Frio (RJ), Baía de Guanabara (RJ), Ubatuba (SP), Cananéia (SP), Baía de Paranaguá (PR) e Lagoa dos Patos (RS).

Os primeiros estudos do ictioplâncton em sistemas costeiros fechados do litoral brasileiro tiveram início nos anos 70, na Lagoa dos Patos (RS), resultando nos trabalhos de WEISS & KRUG, (1977); WEISS & SOUZA, (1977 E 1980) CASTELO & KRUG (1978), MUELBERT & WEISS (1989), WEISS (1981) & WEISS (1982). Alguns trabalhos foram

realizados em diversos estuários, dentre eles o do complexo estuarino-baía de Paranaguá/PR (SINQUE et al., 1982), do rio Tramandaí, RS (CAÑIZARES & MUELBERT, 1996), no litoral paulista, na região estuarina-lagunar de Cananéia (SINQUE, 1977; 1980) e em Ubatuba (KATSURAGAW et al., 1993), no litoral sul do Rio de Janeiro, em suas três baías mais importantes, Guanabara, Sepetiba e Ilha Grande (MATSUURA, 1971); na baía de Ilha Grande {BONECKER et al., 1995}, entre o Cabo de São Tomé, RJ e Cabo de Santa Marta, SC (MATSUURA, 1975 a,b e c) e na baía do Espírito Santo (BONECKER & DIAS, 1986).

Dentre os trabalhos realizados com ictioplâncton na região nordeste brasileira, destacam-se os de RÖPKE et al. (1996), que analisaram larvas de peixes, em especial de escombrídeos, nas imediações do arquipélago de Fernando de Noronha, de São Pedro e São Paulo e do Atol das Rocas; EKAU & WESTHAUS-EKAU (1999), que estudaram o ictioplâncton na região costeira, desde as imediações de Fortaleza até o sul de Recife; o de CASTRO & BONECKER (1996), sobre as larvas de peixes coletadas no estuário do rio Mucuri, na Bahia, os de MAFALDA (1991), no litoral de Alagoas, sobre a distribuição do ictioplâncton no sistema estuarino Mundáu-Manguaba e MAFALDA (2000), sobre a abundância do ictioplâncton da costa norte da Bahia.

No litoral norte do estado de Pernambuco, ao longo dos últimos 30 anos, numerosos estudos foram feitos na região estuarina do Canal de Santa Cruz - Itamaracá, relativos à caracterização hidrológica e aos processos que determinam sua produtividade. (MACEDO & COSTA, 1988, PASSAVANTE et al., 1989; MEDEIROS & KJERFVE, 1993). A ictiofauna do canal de Santa Cruz e Itamaracá está representada por espécies, em sua grande maioria, de origem marinha e exemplares jovens, encontrando-se entre elas algumas consideradas de importância comercial, pertencentes às famílias Lutjanidae, Carangidae e Hemiramphidae, dentre outras (VASCONCELOS FILHO & OLIVEIRA, 2000). Alguns trabalhos, também na região de Itamaracá, PE, foram realizados por ESKINAZI, (1972b),

AZEVEDO & GUEDES, (1980); VASCONCELOS FILHO et al. (1994/95) e ALMEIDA & VASCONCELOS FILHO, (1997), que constataram a presença de várias famílias de importância econômica e ecológica, tais como Elopidae, Clupeidae, Engraulidae, Lujanidae, Carangidae, Hemiramphidae, Gerreidae, Mugillidae, Syngnathidae, Soleidae e Bothidae. Porém, inexiste informações sobre a composição e a dinâmica do ictioplâncton, bem como sobre a importância e o papel desempenhado pelos ecossistemas estuarinos dessa região, em particular no que se refere às diferentes espécies que habitam tais ambientes.

Os estuários são corpos de águas costeiras semi-fechados, que apresentam livre conexão com o mar aberto, dentro dos quais a água do mar é gradativamente diluída pela água doce proveniente da drenagem terrestre (PRITCHARD, 1967). Esses ambientes caracterizam-se por apresentar uma alta taxa de produção primária, mostrando-se, freqüentemente, mais produtivos que quaisquer massas de água salgada e doce (ODUM, 1971) devido ao grande intercâmbio de materiais bióticos e abióticos com outros ecossistemas, incluindo água, sais nutrientes, sedimentos, matéria orgânica e organismos (YÁÑEZ-ARANCIBIA, 1986).

A alta produção fitoplantônica destes ambientes os caracterizam como áreas de alimentação e berçário para muitas espécies, migratórias ou não, como crustáceos, peixes e outros organismos, que os utilizam como local de reprodução ou para complementação das primeiras fases de seu ciclo de vida. (MACÊDO et al., 2000). Desta forma, nestes ambientes encontra-se uma alta riqueza e densidade de organismos.

O atual restrito conhecimento científico do papel dos estuários para o ciclo de vida das espécies de peixes, moluscos e crustáceos tem contribuído para descrédito de sua real importância, tanto pelas populações que utilizam estes ambientes, como pelos órgãos responsáveis pela definição da política ambiental. Alia-se a esses fatores, um excessivo esforço pesqueiro aplicado sobre os recursos existentes nestes ambientes.

A distribuição espaço-temporal, bem como as variações sazonais na estrutura das comunidades aquáticas, dependem da interação dos fatores ambientais, onde algumas comunidades se beneficiam, adaptando-se e passando a predominar sobre outras ao longo dos gradientes horizontais e verticais de salinidade, temperatura, pH, luz, oxigênio dissolvido e nutrientes, dentre outros. Nesse contexto, o monitoramento da qualidade física, química e biológica da água, em diferentes trechos do estuário, sujeitos à dinâmica das marés e condicionados tanto pelas características geomorfológicas da região como pelas modificações antrópicas, poderá permitir e determinar alterações ocorridas, identificar suas causas, relacionar seus efeitos sobre as comunidades naturais e subsidiar trabalhos relativos às intervenções associadas ao manejo e gestão ambiental, tanto local quanto regionalmente.

Com base nessas considerações, delineou-se um estudo do Complexo Estuarino de Itapessoca, por apresentar-se em um estado de considerável integridade, com extensas áreas de manguezal bem preservadas, ao contrário de outras zonas estuarinas próximas como Rio Goiana, Megaó, Rio Jaguaribe e Canal de Santa Cruz, que são consideradas como regiões moderadamente degradadas, em vista da forte agressão ambiental, seja devido a uma exploração pesqueira não racional, seja por fatores tais como derrubada de manguezais, poluição por dejetos industriais ou domésticos, aterros, turismo ou simples especulação imobiliária (MACEDO et al., 2000).

1.1 OBJETIVOS

Geral

O presente estudo, teve como objetivo geral caracterizar o ambiente e a comunidade ictioplanctônica, procurando-se reconhecer as tendências de distribuição desses organismos e avaliar o papel do estuário como local de desenvolvimento de fases iniciais de peixes.

Específicos

- Caracterizar a dinâmica de algumas variáveis físicas, químicas e biológicas do complexo estuário de Itapessoca;
- Analisar espaço-temporalmente a distribuição e abundância do ictioplâncton e sua relação com as variáveis ambientais;
- Analisar quali-quantitativamente a composição da comunidade ictioplanctônica local.

2 ÁREA DE ESTUDO

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO

O litoral do estado de Pernambuco possui uma extensão de 187 Km, que se estende entre as coordenadas 07° 32' - 08° 56'S e 034° 49' - 035° 11'W, totalizando 4447,8 km² IBGE (2000) compreende 14 zonas estuarinas formadas pela desembocadura de 27 rios, cobrindo uma área de pelo menos 27,347 hectares em 15 municípios.

O setor norte do Litoral Pernambucano estende-se do limite dos municípios de Olinda, Recife e Camaragibe, ao sul, até a divisa com a Paraíba, ao norte.

A cobertura vegetal do litoral, em sua composição original, corresponde à Floresta Atlântica, cuja vegetação exuberante e diversidade biológica têm sido, desde os tempos coloniais, destruídas pela cultura da cana-de-açúcar e do coco. Nos dias atuais, essa destruição vem sendo efetuada pela implantação de loteamentos para granjas e chácaras de recreio e pela extração de madeira e lenha para consumo nas áreas urbanas e rurais.

Os terrenos do litoral Norte são constituídos, na maior parte, por depósitos terciários e quaternários. Na faixa litorânea, nos terrenos submetidos à influência constante das marés, desenvolve-se a vegetação de mangue, na qual figuram como espécies mais comuns o mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), o mangue branco (*Laguncularia racemosa*) e o mangue siriúba (*Avicennia* sp.), além de espécies menos frequentes tais como o mangue de botão (*Conocarpus erectus*), a samambaia do mangue (*Acrostichum aureum*), o junco (*Eleocharis* sp.), a tiririca (*Scleria bracteata*), dentre outras.

Os manguezais mais extensos do Litoral Norte localizam-se nos municípios de Goiana, Itapissuma, Igarassu e Itamaracá, margeando os rios Goiana, Megaó, Itapessoca e o Canal de Santa Cruz, onde ocupam uma rede de rios e canais naturais. Associada à vegetação de mangue ocorre uma fauna bastante diversificada, composta, em geral, por moluscos como

marisco-pedra (*Anomalocardia brasiliana*), marisco-rei (*Protothaca pectorina*), marisco-redondo (*Lucina pectinata*), sururu (*Mytella falcata*), unha-de-velho (*Tagelus plebeius*), ostra (*Crassostrea rizophorae*); crustáceos como camarão (*Panacus subtilis*), siris (*Callicnetes* spp), guaiamum (*Cardisoma guanhumi*), aratu (*Goniopsis cruentata*), caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), e peixes, como sardinha (*Opisthonema oglinum*), tainha (*Mugil curema*), curimã (*Mugil liza*), camurim (*Centropomus undecimalis*), carapeba (*Eugerres brasilianus*), manjuba (*Anchoviella lepidentostole*) (CPRH, 2001) cuja captura cumpre importante papel na alimentação da população local e na economia dos municípios costeiros da área.

Compreendendo a porção norte da faixa costeira do estado, o segmento litorâneo objeto de estudo em apreço localiza-se na área de domínio do clima tropical úmido do tipo As' ou pseudo-tropical, da classificação climática de Köppen. Esse tipo climático tem como traços característicos a temperatura do mês menos quente superior a 18° C e chuvas de outono-inverno motivadas pelos ciclones da Frente Polar Atlântica (FPA) que, nessa época do ano, atingem, com maior vigor, a costa oriental nordestina.

A temperatura média anual da área oscilou em torno de 24°C, nos meses de julho e agosto (considerados os menos quentes do ano) e de 27°C, em fevereiro (o mês mais quente), apresentando amplitude térmica anual relativamente fraca (cerca de 3°C).

Os recursos hídricos superficiais do Litoral Norte estão constituídos pelos rios que integram as bacias hidrográficas do Goiana, Botafogo-Arataka, Paratibe, Igarassu, Timbó, Itapessoca, Jaguaribe e pelo Canal de Santa Cruz, bem como pelas microbacias cujos rios principais nascem à retaguarda das praias ou da planície costeira e deságuam no Oceano Atlântico ou no Canal de Santa Cruz. Das sete bacias hidrográficas acima mencionadas, apenas a do rio Goiana é translitorânea.

O estado de Pernambuco apresenta uma das menores faixas litorâneas da costa brasileira, resultante de sua situação geográfica e, como consequência, as áreas estuarinas são bastante reduzidas.

Segundo COELHO & TORRES (1982), em Pernambuco, as áreas estuarinas ocupam 25.040 hectares, dos quais 17.372 hectares são de manguezais, com predominância nos municípios Goiana, Itapissuma e Igarassu, localizadas no litoral norte.

No litoral norte do estado de Pernambuco estão localizados 8 municípios costeiros com áreas estuarinas praticamente em toda a sua costa.

A pesca no estado de Pernambuco é uma atividade que desempenha importante papel na sobrevivência das comunidades do Litoral e Zona da Mata Pernambucana. A predominância da pesca estuarina sobre a marítima nestas áreas decorre do fato desse trecho do litoral pernambucano concentrar 15 935,4 hectares de áreas estuarinas (61,6% do total do Estado), com destaque para os rios Goiana, Megaó e Itapessoca que, juntos, detêm 55,1% das áreas estuarinas do Litoral Norte (FIDEM, 1987; BRYON, 1994).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO COMPLEXO ESTUARINO DE ITAPESSOCA

No litoral norte do estado de Pernambuco, a cerca de 70 km da cidade do Recife, está a bacia do rio Itapessoca, (07° 37' - 07° 41'S e 034° 50' - 34° 55'W), totalizando 12.584,06 hectares, limita-se, ao norte, com a bacia do rio Goiana; ao sul, com a bacia dos rios Botafogo-Aratoca e com o Canal de Santa Cruz; a oeste, com a sub-bacia do Botafogo; e, a leste, com as microbacias da vertente atlântica.

Tendo ao centro a ilha de Itapessoca, o rio em questão resulta da confluência de vários rios de pequena dimensão que nascem na vertente dos tabuleiros localizados ao norte e a oeste da citada ilha.

A área estuarina do rio Itapessoca totaliza cerca de 3 998 hectares (FIDEM, 1987) e abriga flora e fauna variadas, constituindo, juntamente com a área estuarina do rio Goiana-Megaó, importante fonte de sustento das comunidades urbanas e rurais circunvizinhas (FIGURA 1).

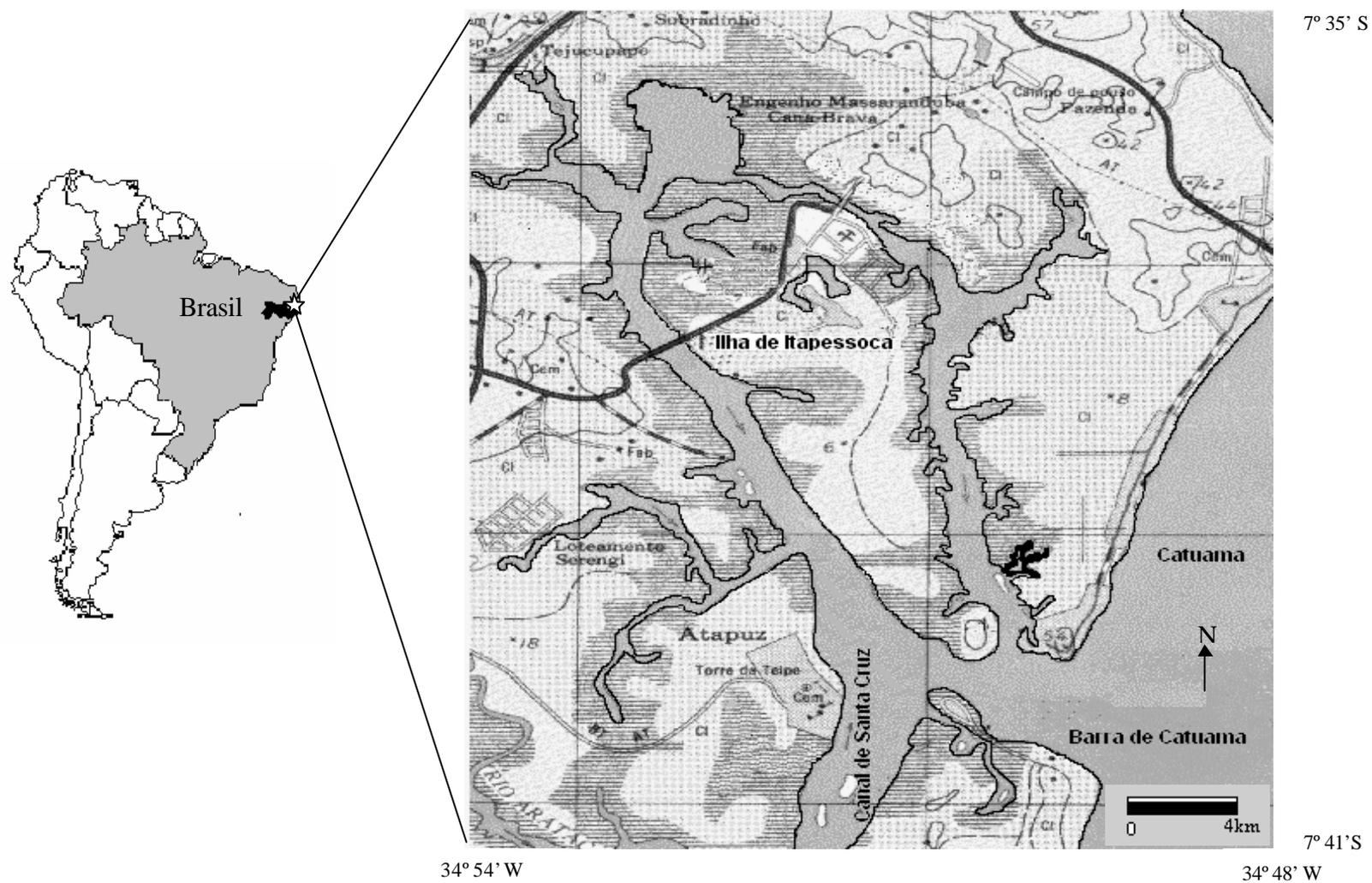


FIGURA 1. Localização geográfica do estuário de Itapessoca (PE, Brasil)

As estruturas geológicas que afloram na ilha de Itapessoca são as Formações Barreiras, Gramame e Maria Farinha. A Formação Barreiras é a mais extensa dentre as unidades geológicas que ocorrem no segmento em causa e é constituída por sedimentos areno-argilosos não consolidados, de origem continental. A Formação Gramame, terceira em extensão, avança para oeste, na porção norte (na margem direita dos rios Gioana-Megaó e vale do rio Itapessoca), completando a seqüência estratigráfica da bacia a Formação Maria Farinha (um calcário com elevado teor fossilífero), que aflora sobre a Formação Gramame.

Tanto os depósitos da Formação Gramame como os da Formação Maria Farinha, têm sido intensamente explorados pela indústria, para a utilização do calcário como matéria-prima na produção de cimento. Os sedimentos depositados nesses ambientes são constituídos por materiais síltico-argilosos com grande quantidade de matéria orgânica evidenciada pela coloração escura dos mesmos (LGGM, 1992).

Recentemente, o manguezal da área vem sendo pressionado, do lado do continente, com vistas à instalação de empreendimentos de carcinicultura, o que pode alterar de forma significativa as características desse ecossistema.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE COLETA

A região em estudo foi dividida em sete estações, que foram escolhidas segundo os aspectos físicos e espaciais, possível considerando a proximidade das estações entre si, o grau de isolamento das mesmas, a distância e influência dos aglomerados urbanos.

Estação 1 - Posicionada à foz da barra, apresenta grande influência marinha, limita-se à leste com as microbacias da vertente atlântica. Próximo à estação encontra-se um amplo banco de areia, que fica exposto na maré baixa. A profundidade média da estação durante o período de estudo foi de 8.6 metros (m) (FIGURA 2).



FIGURA 2- Vista da estação de coleta 1

Estação 2 – Localizada no rio Catuama, lado leste da ilha de Itapessoca, próximo ao povoado de Barra de Catuama. A profundidade média é de 7.2 m. (FIGURA 3)



FIGURA 3 - Vista da estação de coleta 2

Estação 3 – Assim como a estação 2 a estação 3 esta localizada, no rio Catuama lado leste da ilha de Itapessoca, profundidade média de 4.6m. (FIGURA 4).

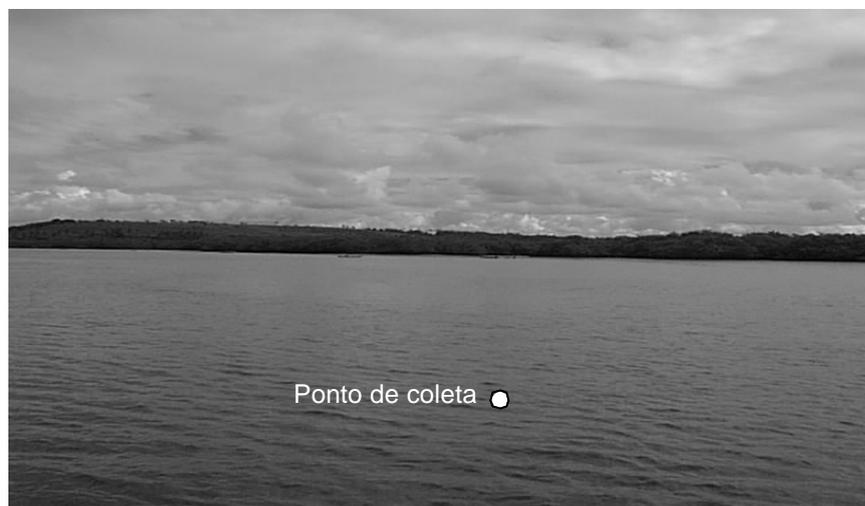


FIGURA 4 – Vista da estação de coleta 3

Estação 4 – Localizado do lado norte da ilha, na porção mais interna do estuário, apresentando várias gamboas. Nesta estação encontram-se dois tributários do Itapessoca, os rios Ibeapicu e Guariba. Profundidade média da estação é de 4.5m. (FIGURA 5).



FIGURA 5 – Vista da estação de coleta 4

Estação 5 – Localizada do lado oeste da ilha, com profundidade média de 6,0m



FIGURA 6 - Vista da estação de coleta 5

Estação 6 - Esta posicionada próxima à foz do rio Sirigi, do lado oeste da Ilha. A profundidade média é 8m (FIGURA 8).



FIGURA 7- Vista da estação de coleta 6

Estação 7 – Localiza-se no lado sul da ilha, e recebe influência, do Canal de Santa Cruz e do rio Botafogo. Com profundidade média de 5,0 m. Na margem leste encontra-se o povoado de Atapuz, na margem oeste um gamboa, próxima a ilha de Itamaracá (FIGURA 9).



FIGURA 8- Vista da estação de coleta 7 .

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM

A área de estudo está delimitada em torno da ilha de Itapessoca (Figura 01), onde foram realizadas doze campanhas com sete estações de coleta posicionadas com auxílio de GPS (Tabela 1). Dessas estações, uma foi posicionada na boca da barra (estação 1), duas no rio Catauma (leste) (estações 2 e 3), uma na porção central do estuário (estação 4), duas no rio Itapessoca (oeste) (estações 5 e 6) e uma na desembocadura do Canal de Santa Cruz (estação 7) (FIGURA 9).

TABELA 1 - Localização das estações de coletas.

Estações	Latitude (S)	Longitude (W)
1	07° 41' 17.1"	034° 50' 15.6"
2	07° 40' 31.1"	034° 50' 36.1"
3	07° 38' 51.0"	034° 50' 55.1"
4	07° 37' 03.6"	034° 52' 36.3"
5	07° 39' 25.8"	034° 52' 01.2"
6	07° 40' 10.5"	034° 51' 36.8"
7	07° 41' 30.1"	034° 51' 36.2"

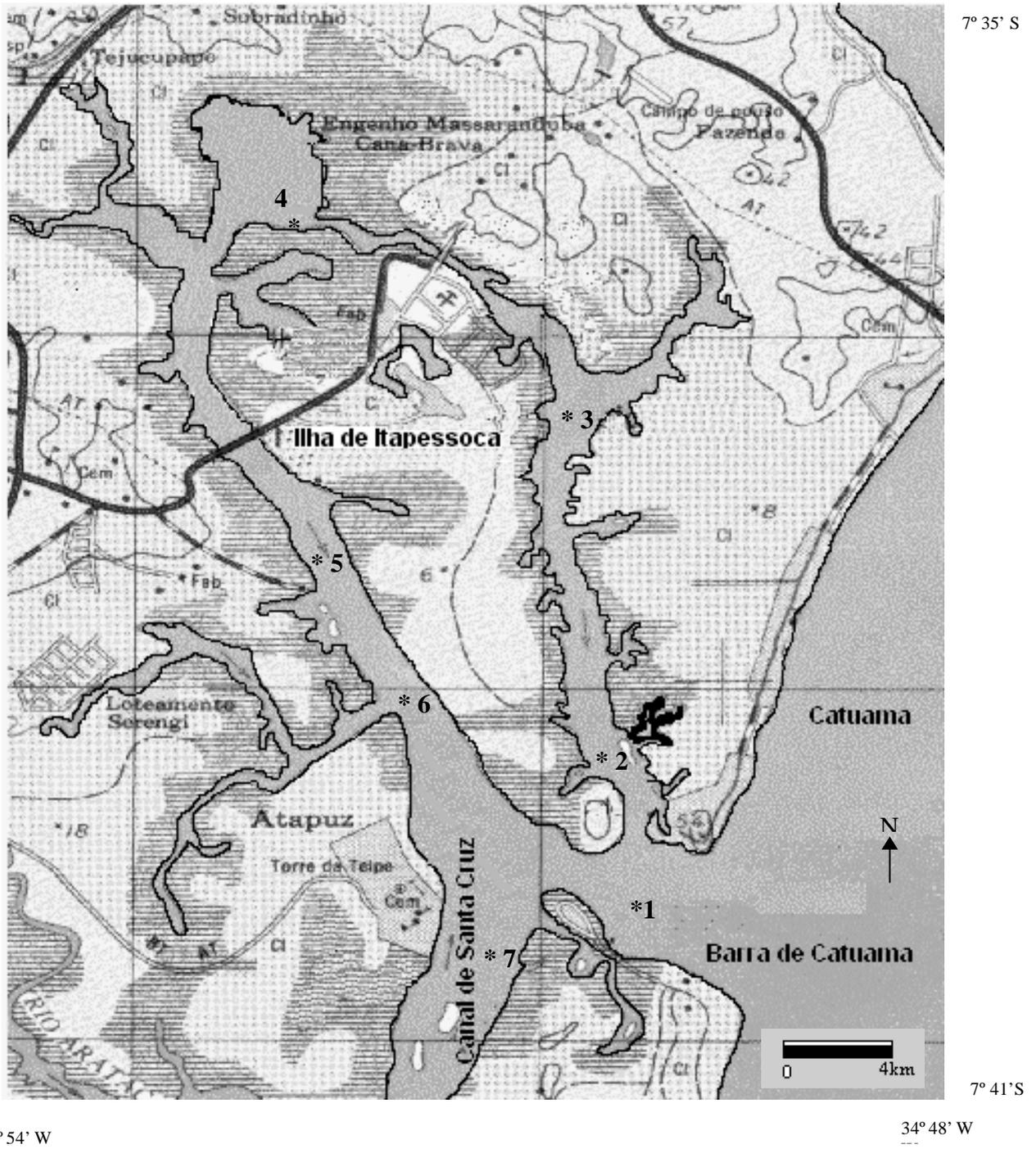


Figura 9. Mapa do estuário de Itapessoca (PE, Brasil), com localização das estações de amostragem.

3.2 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Em todas as estações de coleta, foram monitoradas *in situ* as seguintes variáveis ambientais: temperatura e salinidade da água em diferentes profundidades (superfície, meio e fundo) obtidas através de monitores portáteis de campo YSI. Também foram coletadas amostras de água da superfície, do meio e do fundo com auxílio da garrafa de Van Dorn para posterior análise. Estimou-se a transparência da água com o auxílio do disco de Secchi com 20 cm de diâmetro, preso a um cabo graduado em centímetros.

Durante o período de estudo, os dados de previsão horária da maré foram obtidos com auxílio da Tábua de Maré editada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha (DHN) e os de precipitação pluviométrica fornecidos pela Secretária de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco.

3.3 AMOSTRAGEM DO ICTIOPLÂNCTON

Coletas mensais de ictioplâncton foram efetuadas no período de abril de 2001 a abril de 2002, nas diferentes estações ao longo do estuário do rio Itapessoca, nos períodos diurno e noturno, com horários variando de acordo com as marés nas fases de enchente e vazante, utilizando-se uma embarcação a motor.

As coletas foram realizadas através de arrastos horizontais superficiais, com rede de plâncton cônico-cilíndrica com malha de 500 μm . Os arrastos tiveram uma duração padronizada de 10 minutos, com velocidade aproximada de dois nós. Todo o material foi fixado em solução de formol a 5% neutralizado com CaCO_3 , devidamente identificado e acondicionado em frascos de 500ml.

3.4 PROCEDIMENTO EM LABORATÓRIO

3.4.1 Dados abióticos

A água coletada foi transportada para o Laboratório de Limnologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), para determinação dos teores de nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_4^+), fosfato dissolvido (PO_4^{--}), além da concentração de clorofila-*a*.

As concentrações de nitrato e nitrito foram determinadas segundo MACKERETH et al., (1978) e as de amônia segundo KOROLEFF (1976). As concentrações de fosfato dissolvido foram determinadas segundo STRICKLAND & PARSONS (1965) e as de clorofila-*a* pelo método de NUSCK (1980).

3.4.2 Ictioplâncton

O material proveniente da rede de plâncton foi analisado no Laboratório de Ictiologia da UFRPE, onde foi triado sob estereomicroscópio para a separação de ovos e larvas de peixes dos demais grupos zooplancônicos coletados. O ictioplâncton triado foi conservado em álcool a 70%.

A identificação das larvas foi realizada até o menor nível taxonômico possível, com base nos trabalhos de PARIN (1968), LIPPSON & MORAN (1974), MATSUURA & SATO (1981), AHLSTROM SYMPOSIUM (1983), FAHAY (1983), LEIS & TRINSKI (1989), MOSER (1984), RÉ (1999), ABLE & FAHAY (1998), MATARESE et al., (1989) e NEIRA et al., (1998). A identificação foi baseada a partir da observação dos padrões de pigmentação do corpo, do número de miômeros, raios das nadadeiras, posição relativa das nadadeiras dorsal, anal e pélvica, além do formato do tubo digestório e da bexiga natatória.

3.5 METODOLOGIA DAS ANÁLISES

3.5.1 Variáveis ambientais

Os dados foram inicialmente analisados graficamente, com o objetivo de verificar a tendência de variação em função dos meses, das estações de coleta e das profundidades. Foram submetidos a Análises Multivariadas dos Componentes Principais (ACP) e de Análise Discriminante (AD).

3.5.1.1 Componentes Principais (ACP)

Os estudos ecológicos, clássicos ou numéricos, baseiam-se em descritores ou variáveis que descrevem objetos de estudo. Essas variáveis são as características biológicas e/ou ecológicas e/ou físicas e/ou químicas que são de interesse do ecólogo, e os objetos são as unidades amostrais a serem estudadas.

Geralmente um grande número de descritores é utilizado para caracterizar os objetos de estudo. Admitindo-se que cada um deles fosse representado por um vetor, obter-se-ia, para cada objeto, uma representação multidimensional de seu estado, tornando difícil a sua interpretação, bem como a do objeto.

Como a simples observação da dispersão dos objetos em relação a cada combinação possível de pares de descritores, normalmente laboriosa, muitas vezes não revela a estrutura intrínseca dos dados, a utilização de métodos de ordenação numérica de um espaço multidimensional permite a projeção do diagrama de dispersão multidimensional dos objetos em planos visuais bi ou tridimensionais, proporcionando a representação da variabilidade dos dados originais, e revelando qualquer estrutura intrínseca a eles (LEGENDRE & LEGENDRE, 1984).

Assim, o presente estudo utilizou a Análise dos Componentes Principais (ACP), que é o método de ordenação mais simples, a partir das matrizes de correlações das variáveis previamente estandardizadas objetivando-se uma escala adimensional para comparação de variáveis.

A análise dos componentes principais baseia-se na projeção dos dados multidimensionais em um novo espaço de dimensões reduzidas sem que exista qualquer tipo de alteração da sua estrutura original, ou seja, os eixos da estrutura original na qual os dados estão inseridos são rotacionados rigidamente em torno de sua origem, mantendo, deste modo, a estrutura original dos dados. Esta rotação é realizada de modo que, em relação aos novos eixos, denominados Eixos Componentes Principais, a estrutura dos dados apresente-se de forma mais simples possível (PIELOU, 1984). Os Eixos Componentes Principais, formados por uma função linear de todos os descritores, ponderados em relação à sua contribuição na formação do eixo, refletem uma porcentagem da variabilidade total dos dados amostrados.

A escolha dos eixos a serem interpretados é feita com base neste percentual, e a escolha dos descritores com importâncias significativas, utilizadas para a identificação do eixo, seguiram a metodologia descrita em LEGENDRE & LEGENDRE (1984).

Desta maneira foi possível relacionar a distribuição dos objetos com as estruturas responsáveis por tal distribuição, num espaço de dimensões reduzidas representativas da multidimensionalidade original.

3.5.1.2 Análise Discriminante (AD)

Os dados para Análise Discriminante consistem em observações de objetos distintos para os quais existe um conjunto de descritores que os caracterizam. No presente estudo, os objetos são os meses e as estações de coleta, e os descritores representados pelas variáveis ambientais.

Um dos objetivos dessa análise é apresentar uma separação máxima entre os objetos, utilizando transformação lineares sobre o conjunto de medição. Essa abordagem é conhecida como Análise Discriminante Descritiva, e as transformações lineares resultantes como Variáveis Canônicas. Quando os descritores são estandardizados no início da análise, as variáveis canônicas são chamadas de Funções Discriminantes, que são as relações lineares de todos descritores utilizados que formam um novo sistema de eixo, a partir do qual os objetos de estudo são plotados e analisados.

A metodologia utilizada para o cálculo destas funções está descrita em LEGENDRE & LEGENDRE (1984), e apresenta similaridade com relação à análise dos Componentes Principais; entretanto, a Análise Discriminante utiliza matrizes que descrevem a taxa de dispersão da variância entre grupos com relação à dispersão intra-grupos.

As Funções Discriminantes possuem pesos atribuídos a cada descritor, que serão utilizados para representar os eixos possibilitando a sua descrição.

Para a Análise Multivariada foi utilizado o programa XLSTAT (versão 5.2) incluso a planilha do Microsoft Excel.

3.5.2 Ictioplâncton

Inicialmente, estimou-se a densidade de ovos e larvas, que foram analisadas graficamente com a finalidade de verificar a tendência de distribuição em função dos meses, estações de coleta, períodos (diurno e noturno) e marés (vazante e enchente).

Os dados relativos a ovos e larvas foram tratados pela Análise Multivariada de Correspondência (AC).

3.5.2.1 Densidade de ovos e larvas

A estimativa da densidade de ovos e larvas para cada estação de coleta foi calculada em número por 100m³ a partir das estimativas do volume de água filtrada, obtidas através da equação:

$$V = a \cdot v \cdot t$$

onde :

V = volume de água filtrada (m³)

a = área da boca da rede (m²)

v = velocidade de arrasto (m.s⁻¹)

t = duração do arrasto (s)

A estimativa do número de organismos (ovos e larvas) por 100m³ foi efetuada a partir da expressão:

$$Y = (x / V) \cdot 100$$

onde:

Y = densidade de ovos e larvas por 100m³

x = número de ovos ou larvas coletados na amostra

V = volume de água filtrada

3.6 COMPOSIÇÃO DO ICTIOPLÂNCTON

Após o levantamento da composição do ictioplâncton, foi estimada a abundância relativa dos táxons.

Outras análises foram realizadas com a finalidade de se caracterizar a comunidade ictioplanctônica, utilizando-se índice de Constância de DAJOZ (1983), índice de importância das famílias, Análise de Diversidade e de Equitabilidade e Análise Multivariada de Correspondência (AC).

3.6.1 A abundância relativa (%)

Foi calculada de acordo com a fórmula:

$$Ar = (Na \cdot 100) / NA$$

Onde:

Na = número total de indivíduos de cada família

NA = número total de indivíduos de todas as famílias

3.6.2 Constância de DAJOZ (1983)

A ocorrência das famílias foi calculada segundo DAJOZ (1983):

$$C = P/Q * 100$$

Onde:

C = constância de ocorrência da família

P = número de amostras em que a família ocorreu

Q = número total de amostras

As famílias foram categorizadas em :

- Constantes $C > 50\%$ (CT)
- Acessórias $25\% < C < 50\%$ (AC)
- Acidentais $C < 25\%$ (AD)

3.6.3 Índice de Importância das Famílias - INDVAL

A importância desse índice deve-se ao fato de que, além de associar a ausência e presença de uma dada família em relação aos pontos de coleta como faz DAJOZ (1983) relaciona este índice com a frequência de ocorrência numérica dessa família em relação ao total amostrado de todas as famílias, sendo, portanto um índice mais próximo da realidade de importância dessa família, no local de ocorrência, no caso, o complexo estuarino de Itapessoca.

$$\text{INDVAL}_{ij} = A_{ij} \times B_{ij} \times 100$$

onde:

INDVAL_{ij} – Valor indicador da importância de uma dada família i no local j ;

A_{ij} – Frequência de ocorrência da família i no local j ;

B_{ij} - Número de ocorrência das famílias o_{ij} nos pontos de coleta do local o_j (Presença e ausência)

3.6.4 Análise de Diversidade e Equitabilidade

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (MAGURRAN, 1988; ZAR, 1999) foi estimado com o objetivo de avaliar a estrutura da comunidade ictioplanctônica em relação aos meses e às estações de coleta. Para tanto, foram analisados os valores da riqueza de táxons e da equitabilidade..

A equitabilidade (E) (PIELOU, 1984) corresponde à razão entre o índice de diversidade estimada (H') e a diversidade máxima teoricamente esperada (H'_{\max}). A amplitude de variação da equitabilidade, em termos relativos, é de 0,0 a 1,0, conseqüentemente, de 0 a 100%.

Para as estimativas dos valores do índice de diversidade optou-se pelo logaritmo decimal (log), cuja base é o valor 10 e, portanto, a unidade dos valores de diversidade estimados foi decits.ind por indivíduo. A equitabilidade foi calculada pela expressão:

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}} \times 100 (\%)$$

onde,

E: Equitabilidade ("Evenness")

H' : Diversidade real (decits.ind)

H'_{\max} : Diversidade máxima teoricamente esperada (log S)

S: Riqueza de taxocenoses (famílias)

3.6.5 Análise de Correspondência Canônica (ACC)

A Análise de Correspondência proporciona o estabelecimento de relações entre linhas e colunas de uma tabela de contingência. Analisa os perfis de frequência relativa a partir do cálculo dos autovalores de matriz de variância-covariância entre as linhas ou colunas.

Com esta análise, é possível o estabelecimento de associações entre as linhas e colunas, permitindo no caso do presente estudo a pesquisa de caracterização de locais ou períodos de coletas pela maior ocorrência de ovos ou larvas de determinadas famílias.

Para a Análise de Correspondência, foi utilizado o programa XLSTAT (versão 5.2) incluso a planilha do Microsoft Excel. O fluxograma abaixo sintetiza as etapas da metodologia de análise utilizada no presente estudo (FIGURA 10).

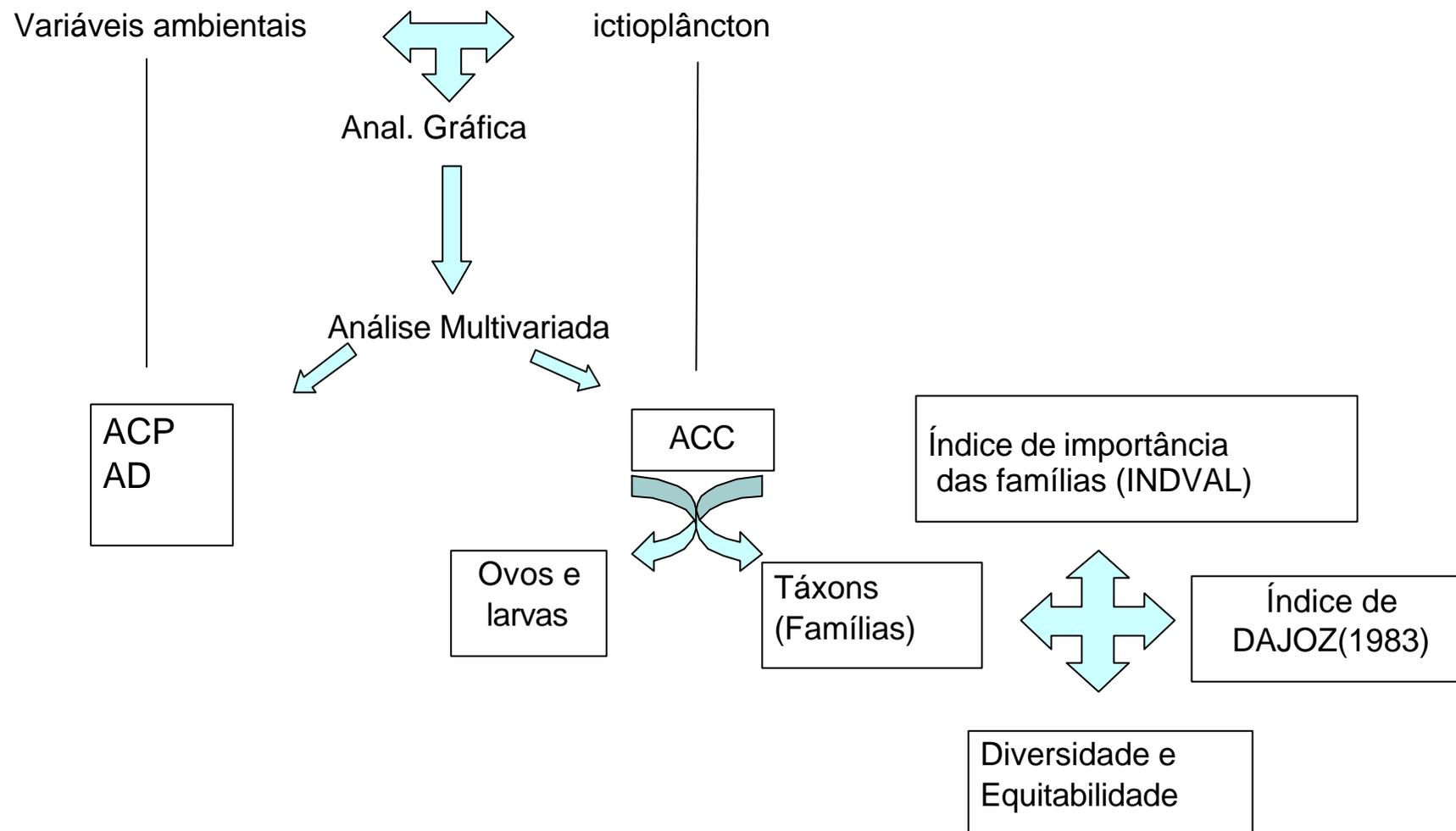


FIGURA 10 – Fluxograma da metodologia de análises utilizada para os dados registrados no entre os meses de abril de 2001 a abril de 2002, do complexo estuarino de Itapessoca.

4 RESULTADOS

4.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

4.1.1 Pluviosidade

A pluviosidade acumulada no período de estudo, abril de 2001 a abril de 2002, foi caracterizada por valores mais elevados entre abril a julho de 2001 (909,5mm), com exceção de maio/2001, e mais baixos os meses de agosto a dezembro de 2001(404,4mm), mais acentuadamente em novembro e dezembro (77mm) e valores intermediários entre janeiro/2002 a abril/2002 (600,9mm) (FIGURA 11).

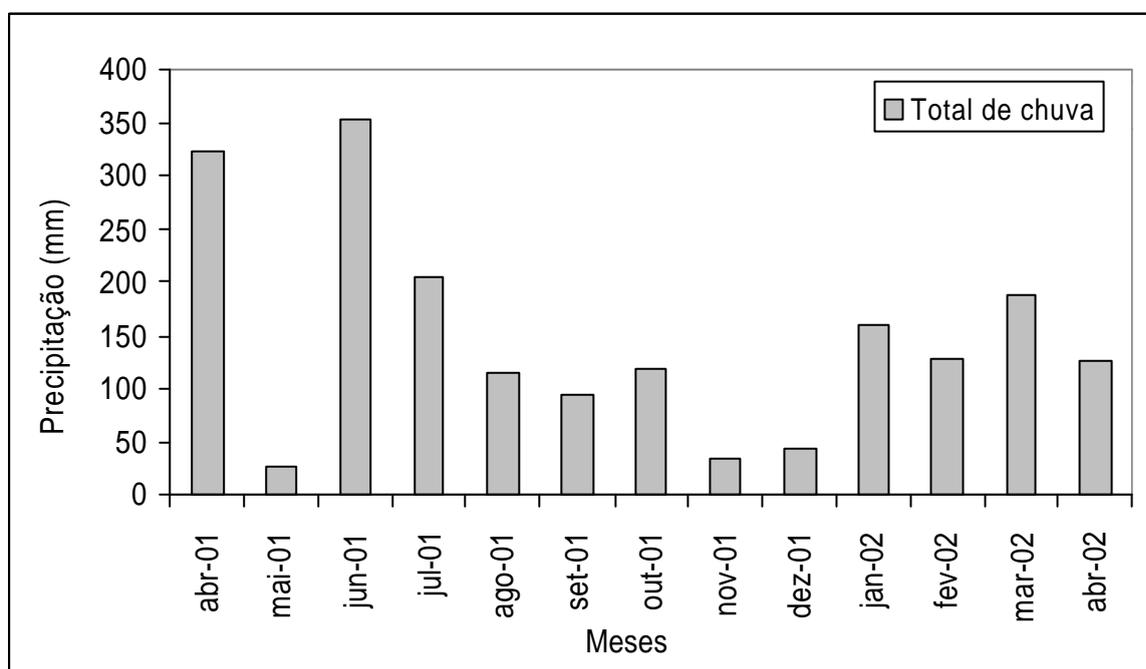


FIGURA 11 – Variação do índice pluviométrico, expresso por precipitação mensal (mm), entre os meses de abril de 2001 a abril de 2002, no complexo estuarino de Itapessoca (Dados fornecidos pela Secretária de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco).

4.1.2 Transparência da água (Profundidade de visibilidade do disco de Secchi)

No estuário do rio Itapessoca, os valores de transparência variaram dentro da amplitude de 0,3 a 3,0 metros, com valor médio de 1,41 m.

Os valores médios mais baixos foram observados entre os meses de abril/01 a setembro/01 (0,87 a 1,62m) e os maiores de novembro/01 a abril/02 (1,48 a 2,10m). O menor valor médio registrado foi em abril/01 (0,87m) e o maior em dezembro/01 (2,10m) (FIGURA 12).

Em relação às marés, os valores de transparência obtidos na baixa-mar (1,45m) foram em média superiores aos da preamar (1,38m). As estações 1, 2 e 6 apresentaram em média valores mais elevados (FIGURA 13), tendo sido registrado o valor máximo (3,0m) na estação 1e o mínimo na estação 4 (1,15m).

De modo geral, os maiores valores de transparência ocorreram no período de menor precipitação, época em que provavelmente a quantidade de material em suspensão carregada é reduzida.

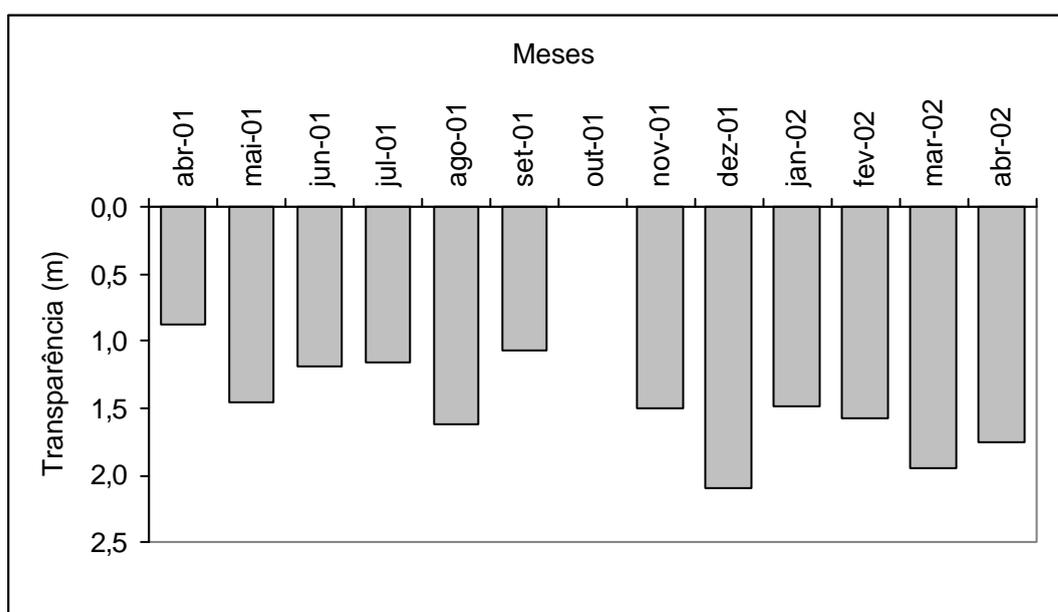


FIGURA 12 - Distribuição dos valores médios da transparência da água ao longo dos meses de amostragem no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril/2001 a abril/2002

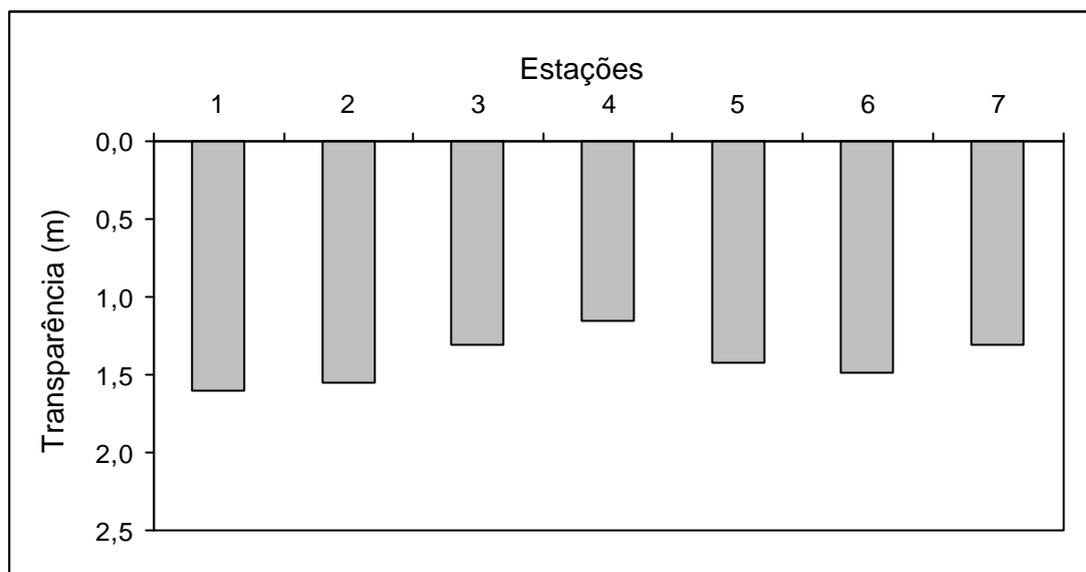


FIGURA 13 - Distribuição dos valores médios da transparência da água nas estações de amostragem no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril/2001 a abril/2002

4.1.3 Temperatura da água

A temperatura média registrada durante o período de estudo foi de 28,2°C. Em relação às variações mensais, observaram-se temperaturas mais baixas nos meses de abril a agosto/01, enquanto os valores mais elevados foram detectados nos meses de setembro a fevereiro/02 (FIGURA 14 A).

Durante todo o período de estudo, o valor máximo registrado foi de 32,0° C no mês de novembro na estação 7, enquanto a mínima foi de 20,2° C no mês de abril/01 na estação 6 (FIGURA 14 B).

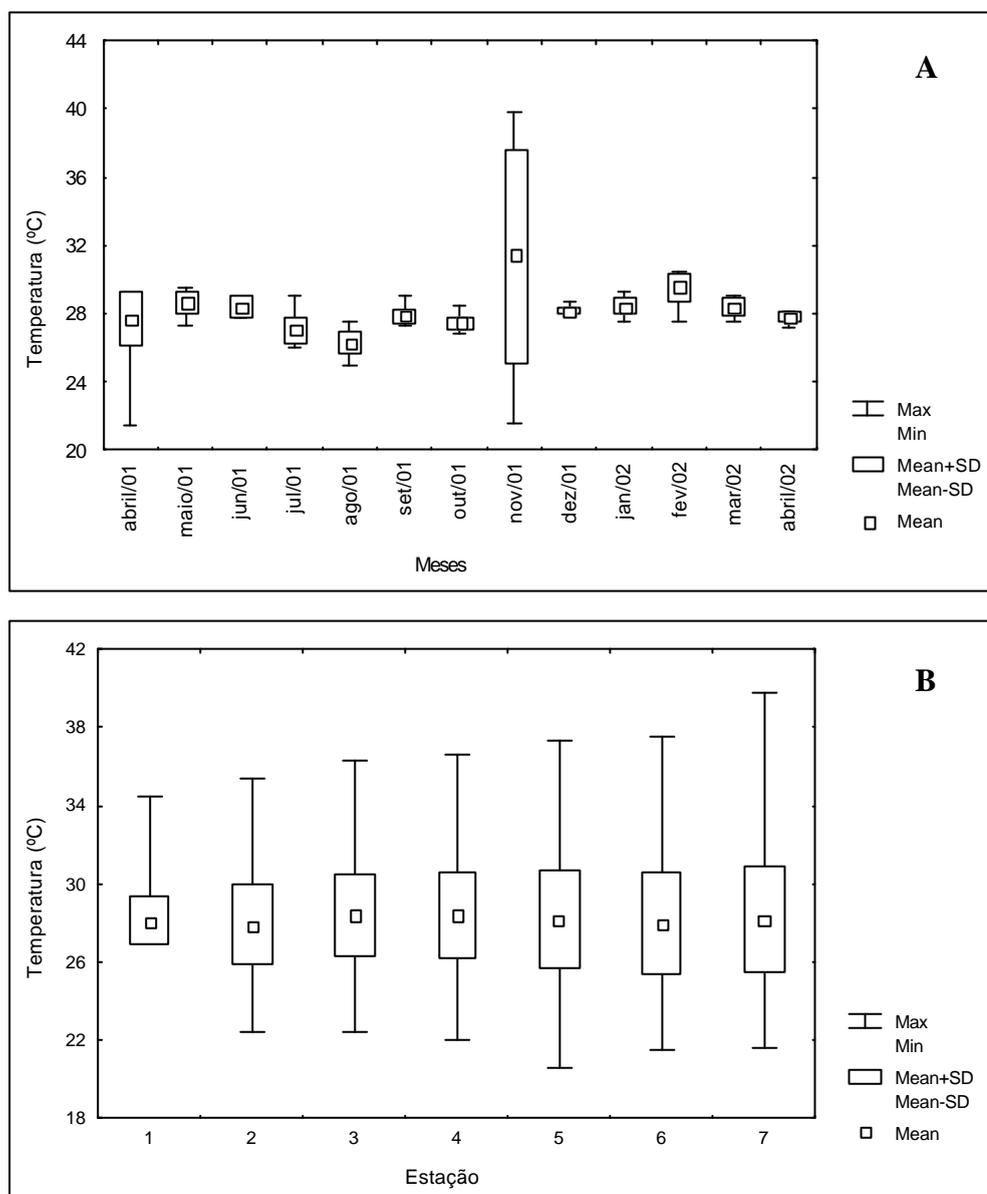


FIGURA 14 – Distribuição dos valores médios da temperatura da água por mês (A) e por estação (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.

Os valores médios de temperatura da água em diferentes profundidades (FIGURA 15), mostram estabilidade térmica das águas do estuário do rio Itapessoca.

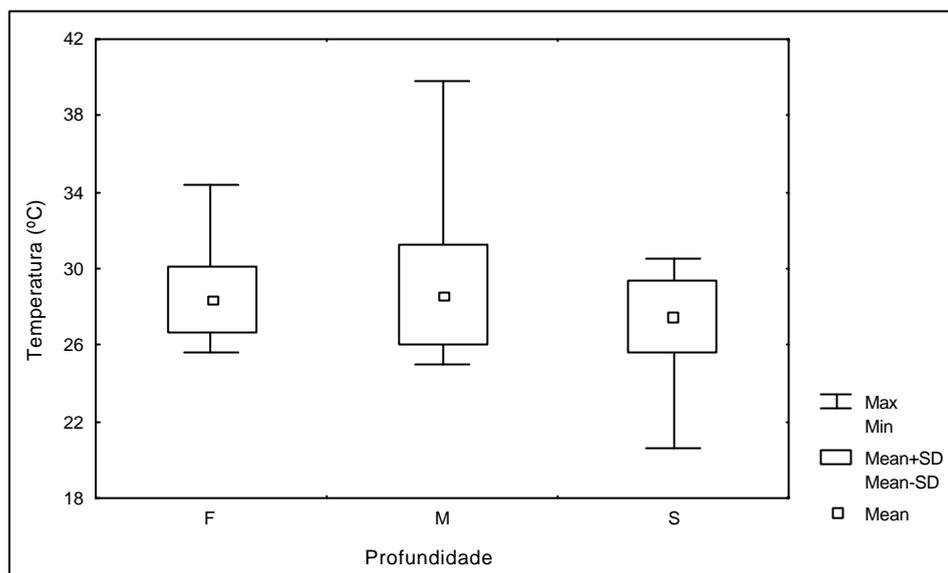


FIGURA 15 – Distribuição dos valores médios da temperatura da água nas diferentes profundidades* no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002 (* S – superfície; M – meio e F-fundo).

4.1.4 Salinidade

O valor médio da salinidade durante o período de estudo foi mais elevado no mês de maio/01(35,4) e o menor valor julho/01 (28,42). Na estação 2 foi registrado o maior valor médio (33,81) e o menor na estação 4 (30,24) (FIGURAS 16 A e B).

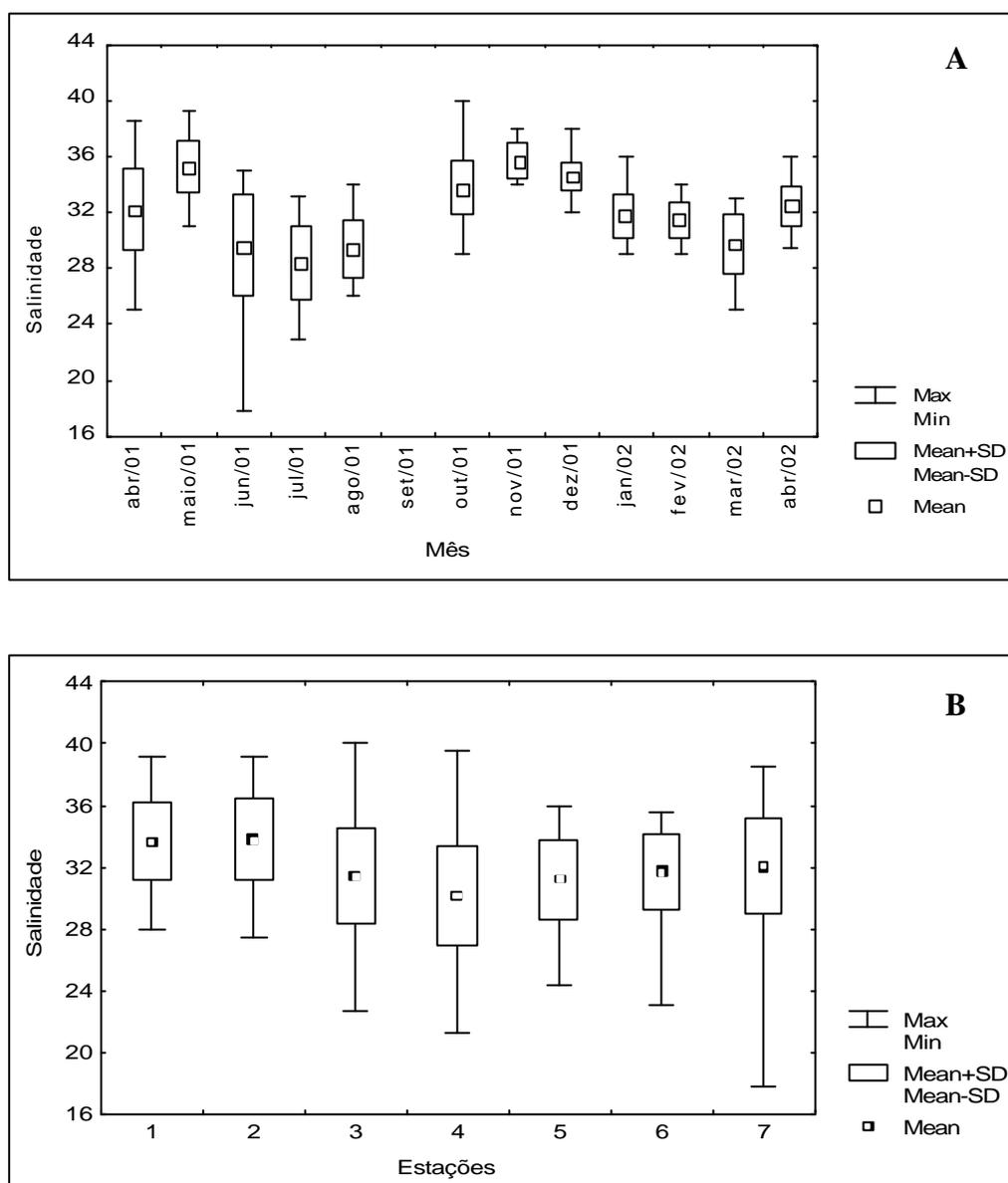


FIGURA 16 – Variação dos valores médios da salinidade ao longo dos meses (A) e estações de coleta (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.

Quanto à salinidade em diferentes profundidades, o fundo apresentou menor variabilidade em torno de seu valor médio (32,63), tendo-se constatado que na superfície houve uma maior instabilidade, constatada pela amplitude de seu desvio padrão (FIGURA17).

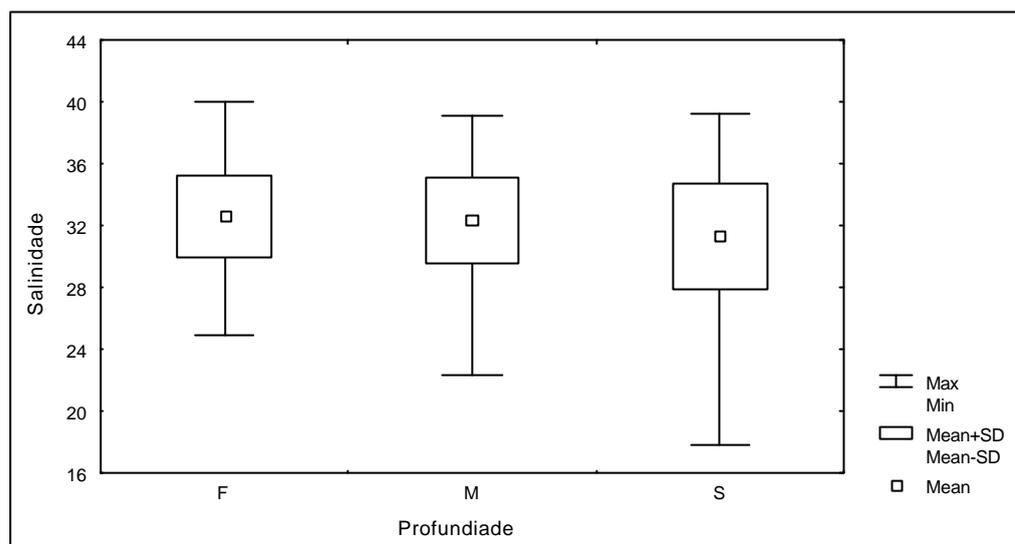


FIGURA 17 – Variação dos valores médios da salinidade em diferentes profundidades* no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002 (* S – superfície, M – Meio, F – Fundo).

4.1.5 Nitrito

A distribuição dos valores médios das concentrações de nitrito, representada na FIGURA 18 A, tiveram pouca variação, com exceção do mês de agosto/2001, quando foi encontrado o valor máximo de $0,12\mu\text{g/l}$, registrado na estação 5 (FIGURA 18 B), no fundo (FIGURA 19). As concentrações médias se mantiveram estáveis nas estações de coleta e profundidades.

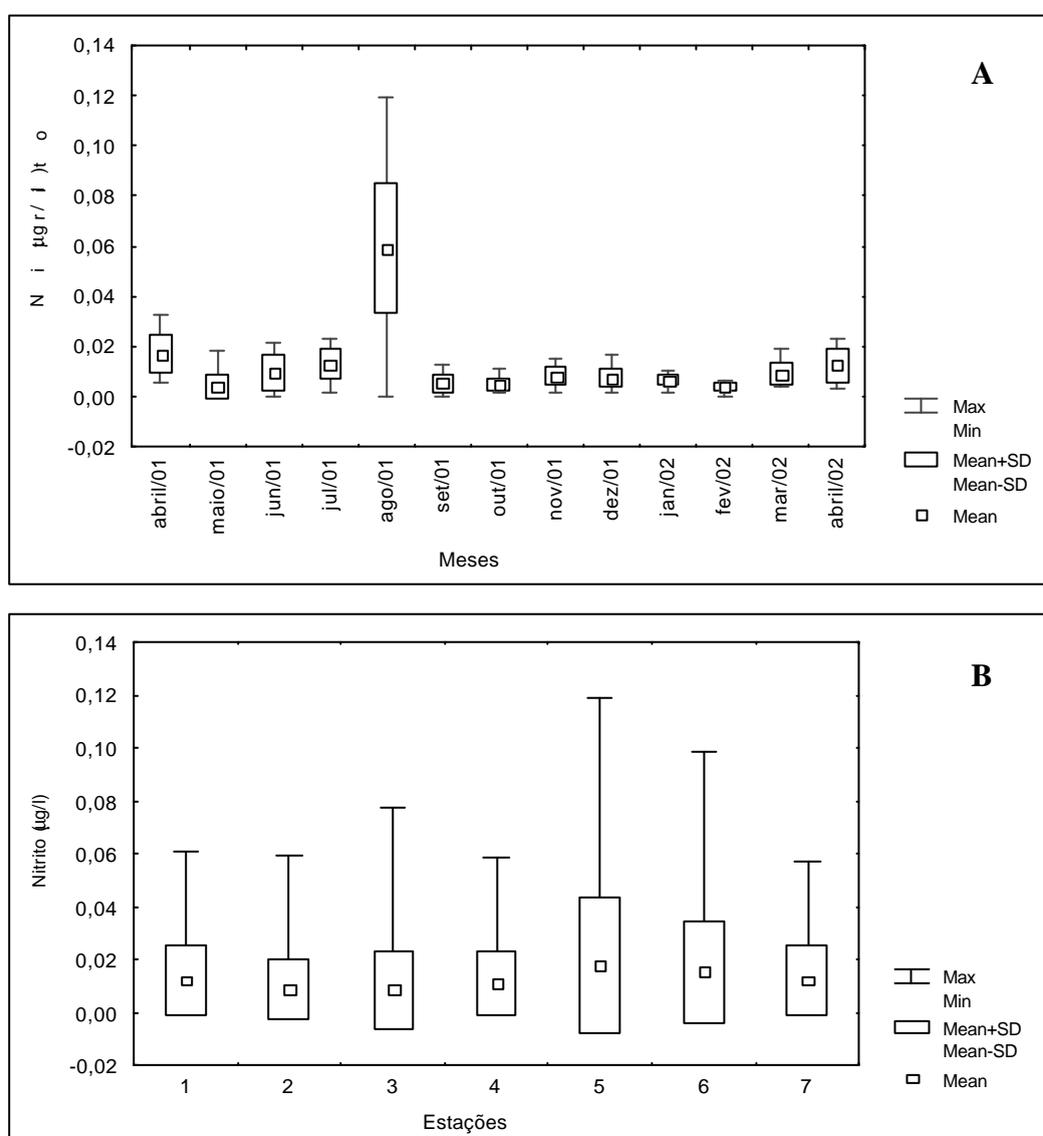


FIGURA 18 – Variação dos valores médios das concentrações de nitrito ao longo dos meses (A) e estações (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.

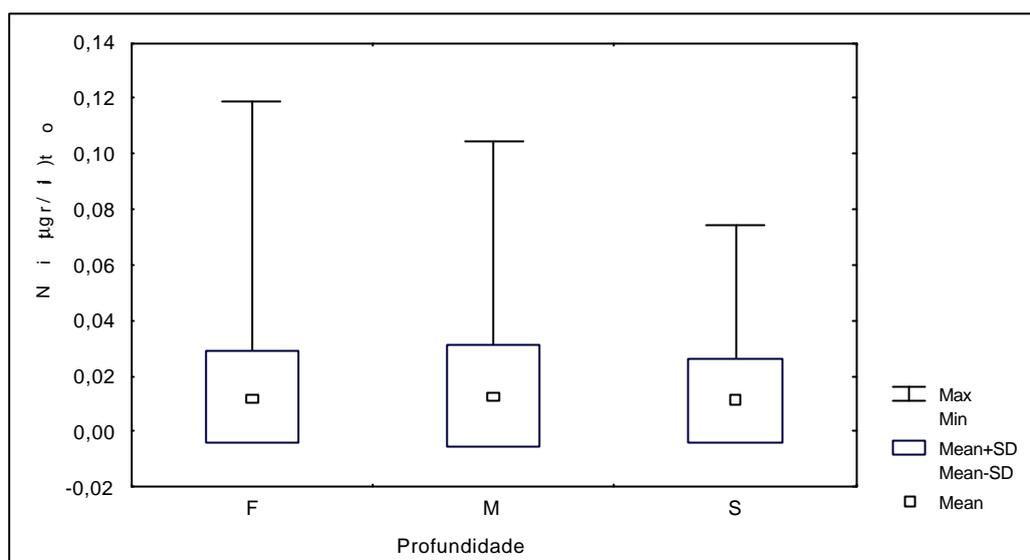


FIGURA 19 – Variação dos valores médios das concentrações de nitrito em diferentes *profundidades no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002. . (* S – superfície, M – Meio, F – Fundo)

4.1.6 Nitrato

A distribuição dos valores médios das concentrações de nitrato, representada na FIGURAS 20 A e B, teve pouca variação, com exceção do mês de julho/2001 ($0,30\mu\text{g/l}$), quando foi encontrado o valor máximo de $0,52\mu\text{g/l}$. Esse valor máximo foi registrado na estação 3, na profundidade de meio (FIGURA 21).

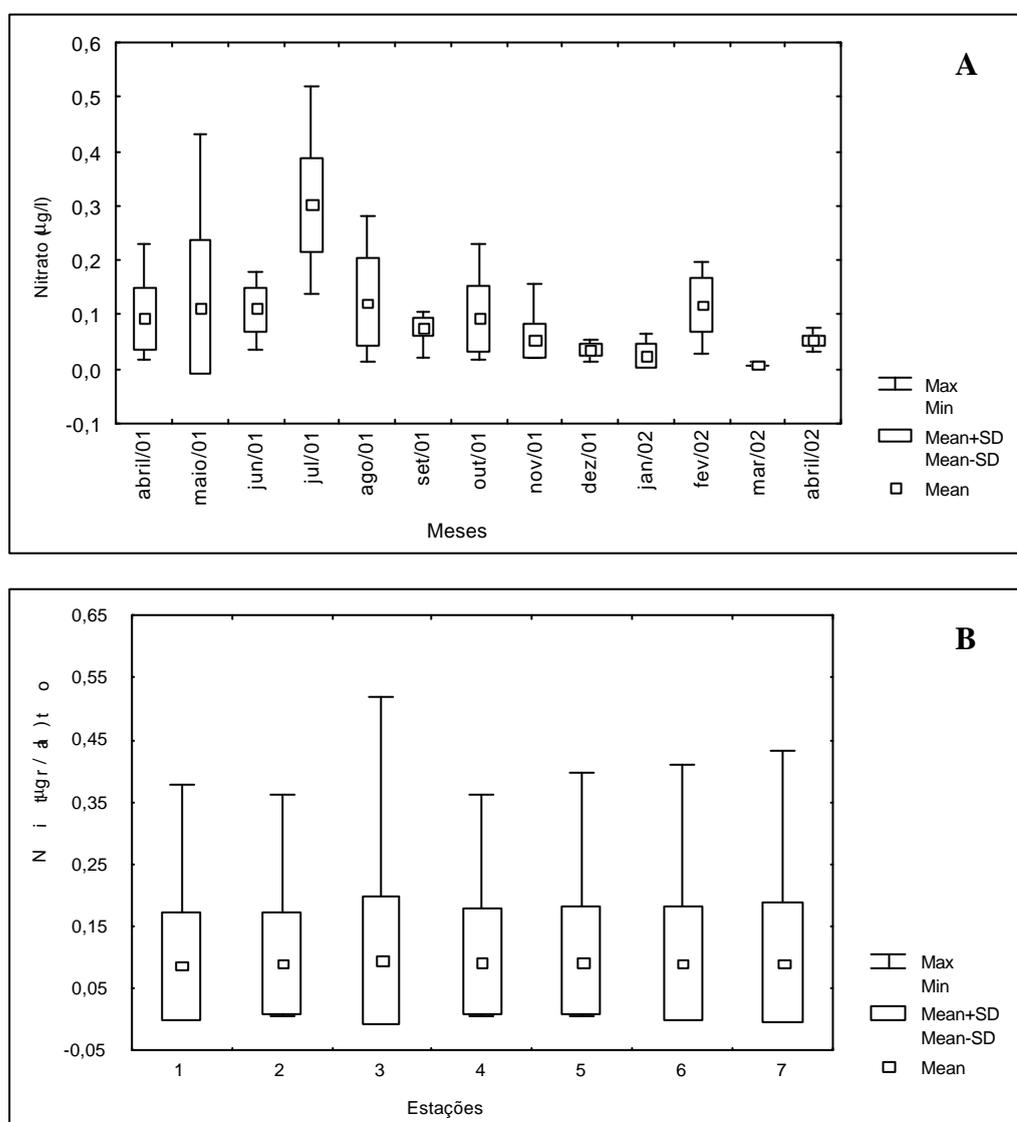


FIGURA 20 - Variação dos valores médios das concentrações de nitrato ao longo dos meses (A), estações (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.

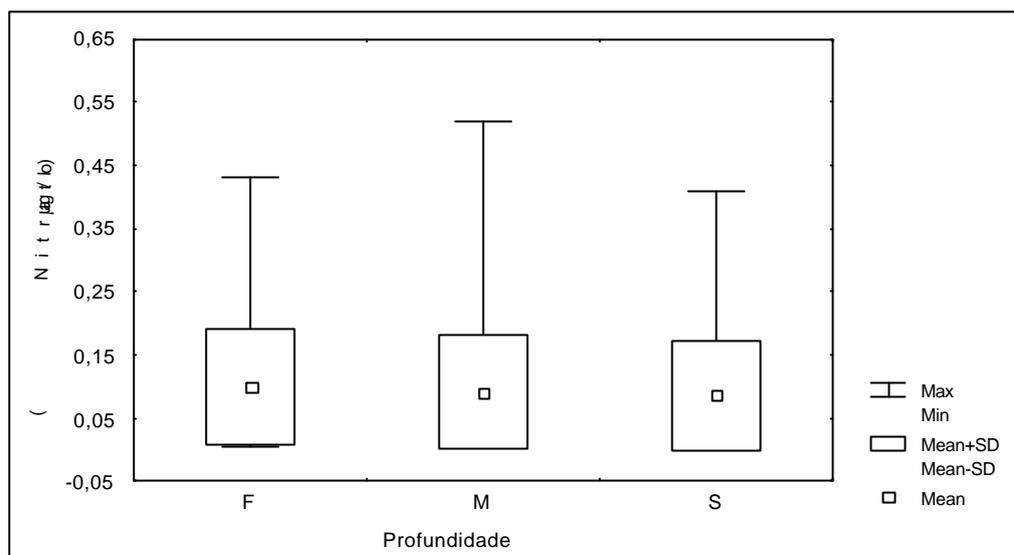


FIGURA 21 – Variação dos valores médios das concentrações de nitrato por profundidades no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002. (* S – superfície, M – Meio, F – Fundo).

4.1.7 Amônia

As distribuições dos valores médios das concentrações de amônia, representadas na FIGURA 22 indicaram pouca variação durante o período de estudo. O mês de setembro/2001, apresentou maior variabilidade dos dados tendo atingido o valor mais alto ($6,29 \mu\text{g/l}$). Esse valor foi registrado na estação 7, na superfície. As demais estações e profundidades mantiveram concentrações mais estáveis.

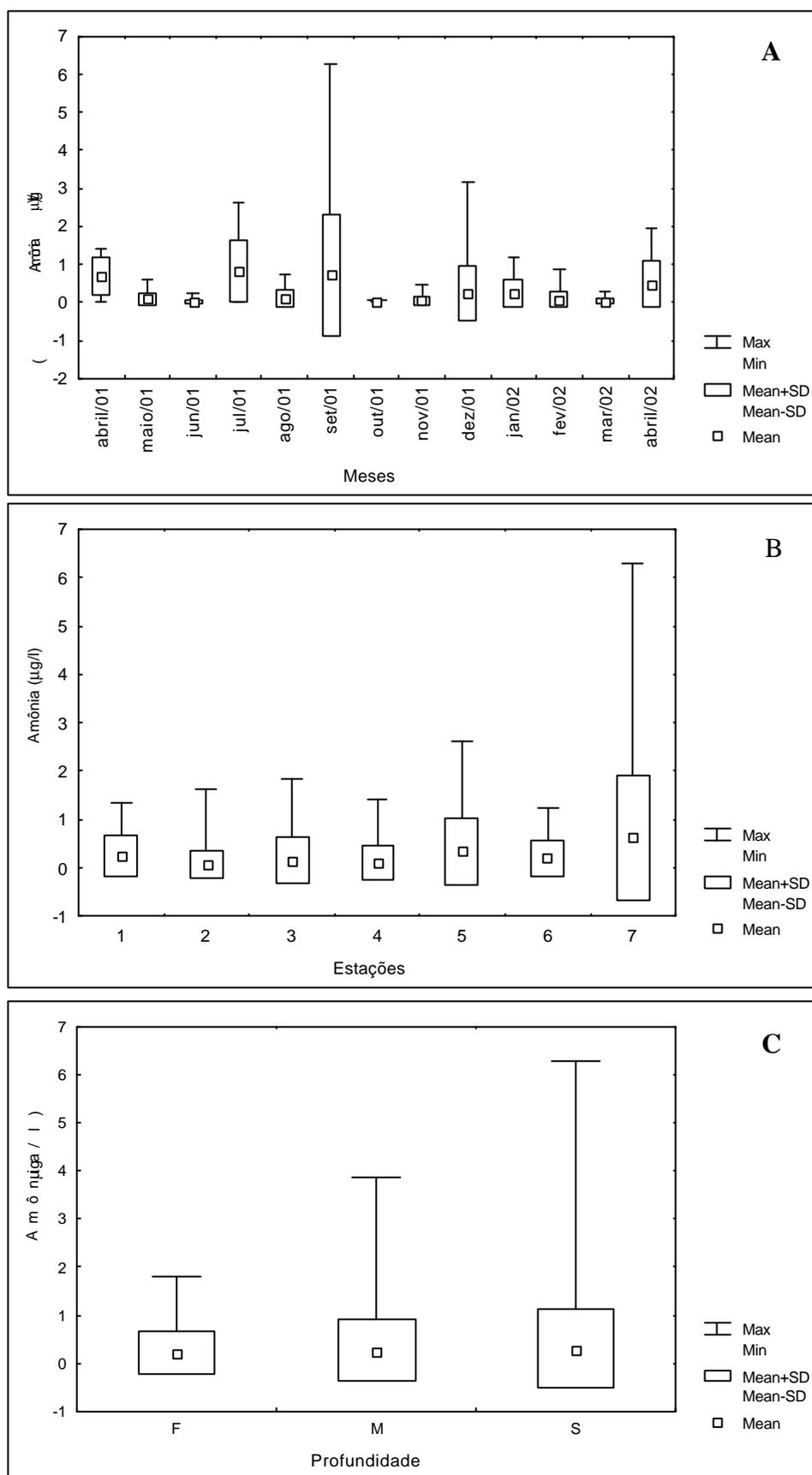


FIGURA 22 – Variação dos valores médios das concentrações de amônia ao longo dos meses (A), estações (B) e *profundidades (C) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002. .* (S – superfície, M – Meio, F – Fundo).

4.1.8 Fosfato dissolvido

As distribuições dos valores médios das concentrações de fosfato dissolvido, representadas na FIGURAS 23 A, indicaram uma variação durante o período de estudo. O mês de junho/01, foi registrado o maior valor médio (18,89 $\mu\text{g/l}$), bem como o maior valor (37,08 $\mu\text{g/l}$) registrado na estação 3 FIGURA 23 B, em profundidade média (FIGURA 24). Nas demais estações e profundidades, as concentrações se mantiveram mais estáveis.

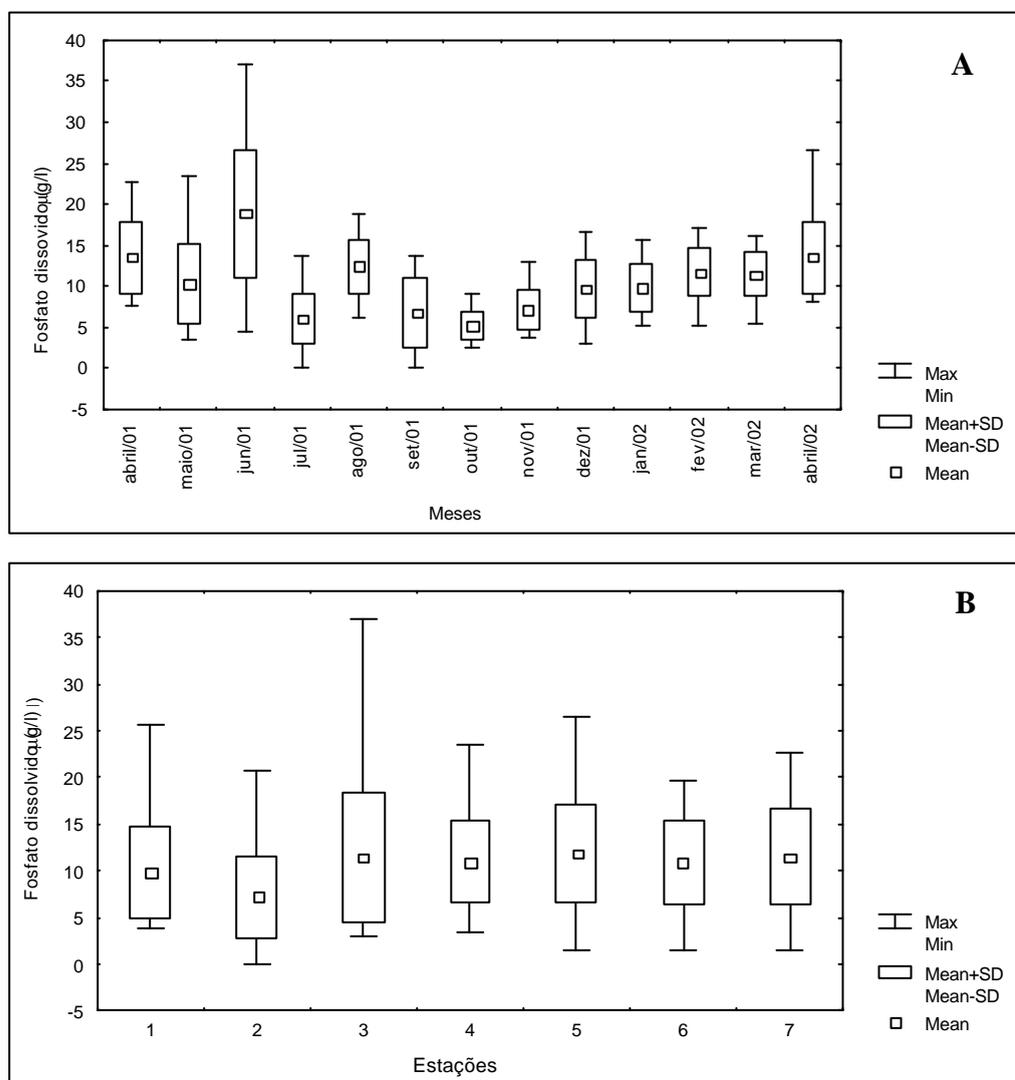


FIGURA 23 – Variação dos valores médios das concentrações de fosfato dissolvido ao longo dos meses (A) e estações (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.

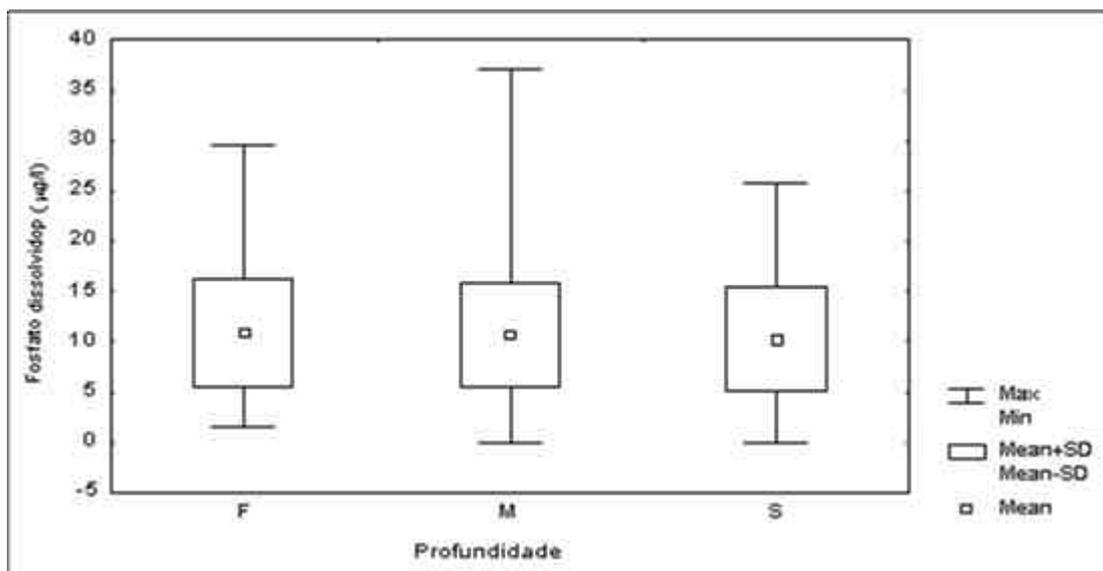


FIGURA 24 – Variação dos valores médios das concentrações de fosfato dissolvido em diferentes *profundidades no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.

4.1.9 Clorofila - a

As distribuições dos valores médios das concentrações de clorofila-*a*, representadas na FIGURA 25, indicam pouca variação, com exceção do mês de setembro/01, quando foi registrado o valor máximo (25,11 $\mu\text{g/l}$) na estação 7, no meio (FIGURA 26 A e B). Nos demais meses, estações e profundidades, as concentrações se mantiveram mais estáveis.

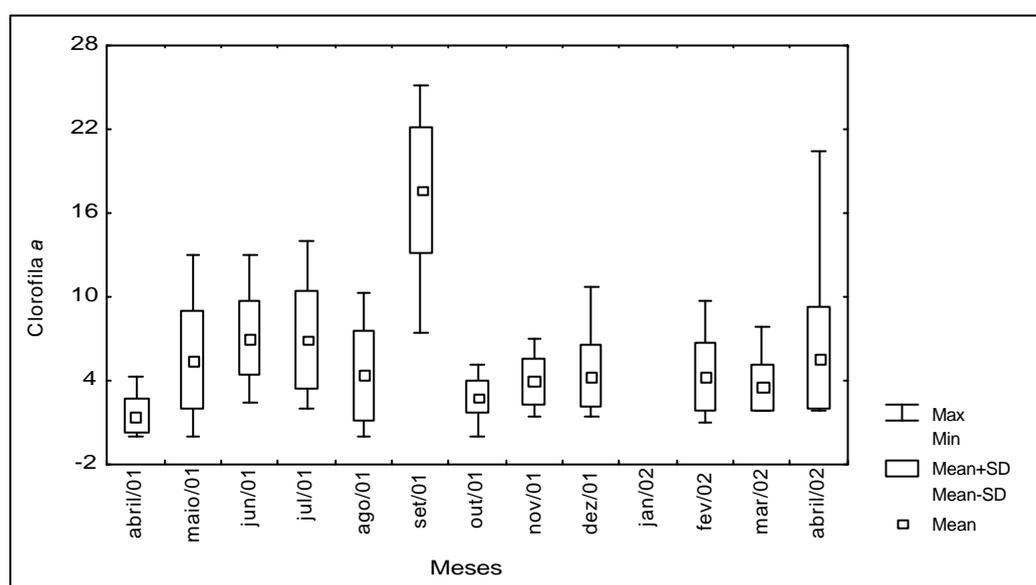


FIGURA 25 – Variação dos valores médios das concentrações de clorofila -*a* ao longo dos meses no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002

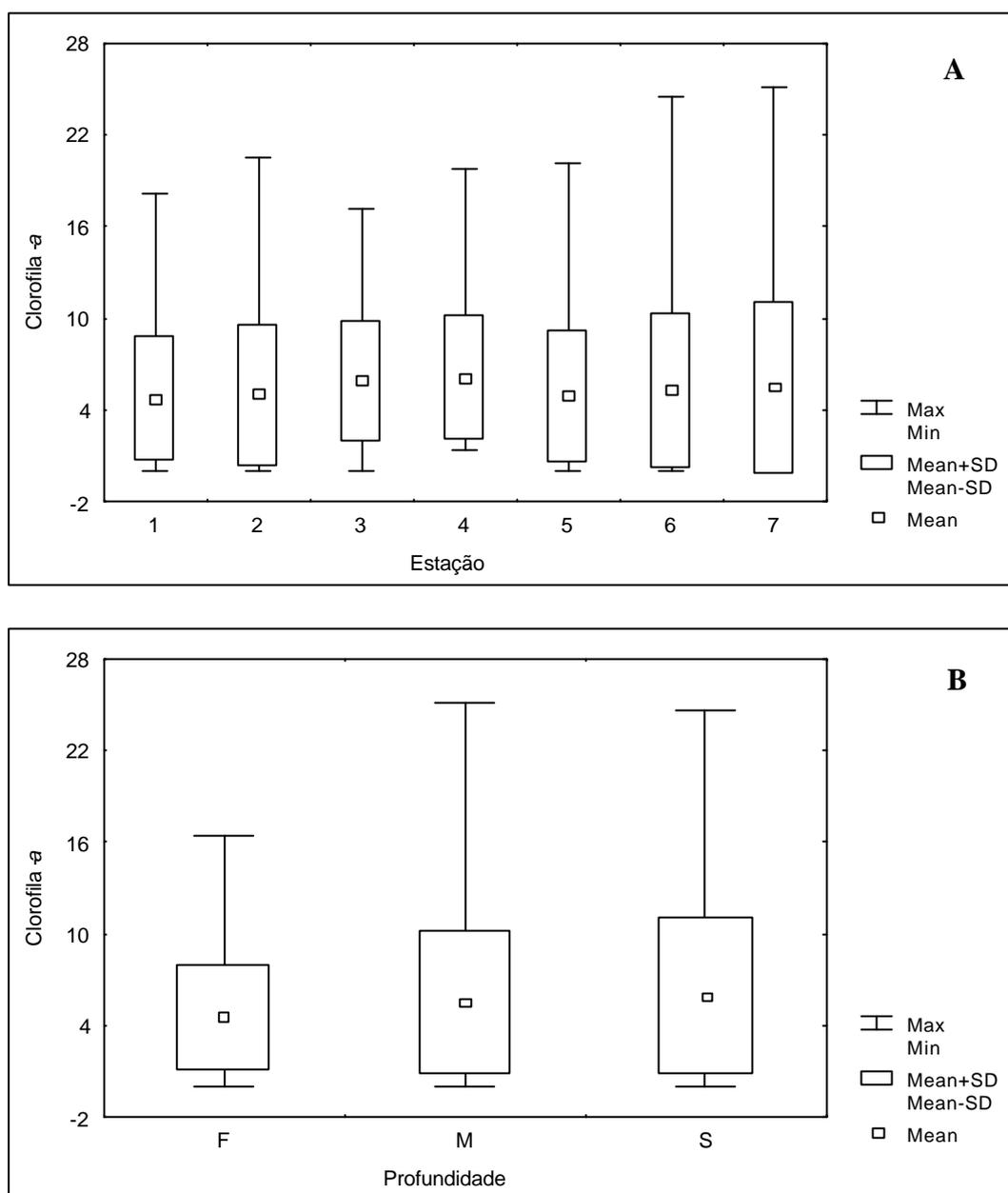


FIGURA 26 – Variação dos valores médios das concentrações de clorofila -a nas estações de coletas (A) e em diferentes *profundidades (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002. .* (S – superfície, M – Meio, F – Fundo)

4.1.10 Alcalinidade

Durante os meses, os valores médios de alcalinidade oscilaram entre 103,9 e 160,5mg/l, com um pico em junho/01 e julho/01 (153,3 e 160,5 mg/l respectivamente) (FIGURA 27).

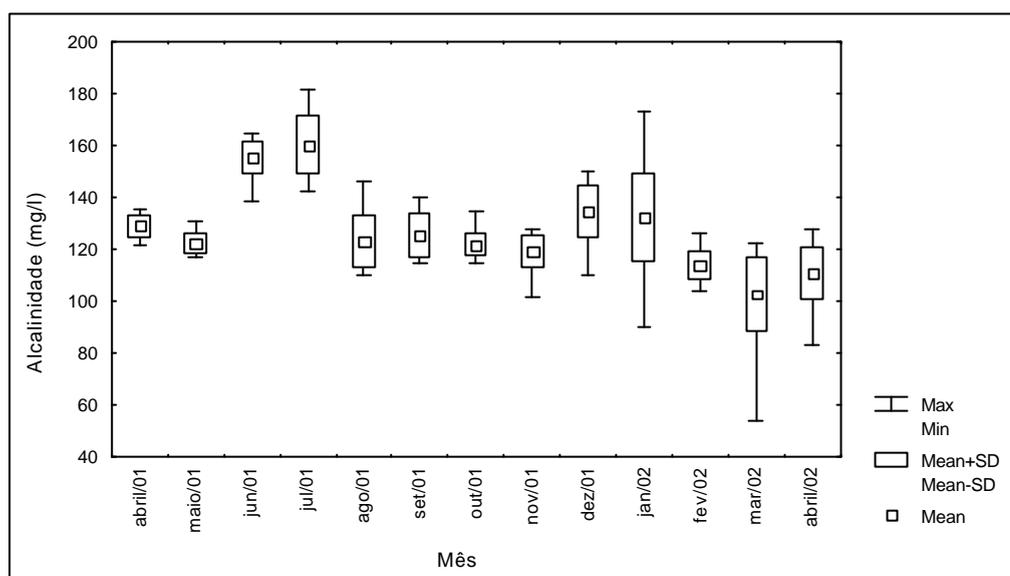


FIGURA 27 – Variação dos valores médios de alcalinidade ao longo dos meses no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002.

As distribuições dos valores médios de alcalinidade (FIGURA 28 A e B) indicam uma tendência à uniformidade em relação às estações de coleta, assim como às profundidades.

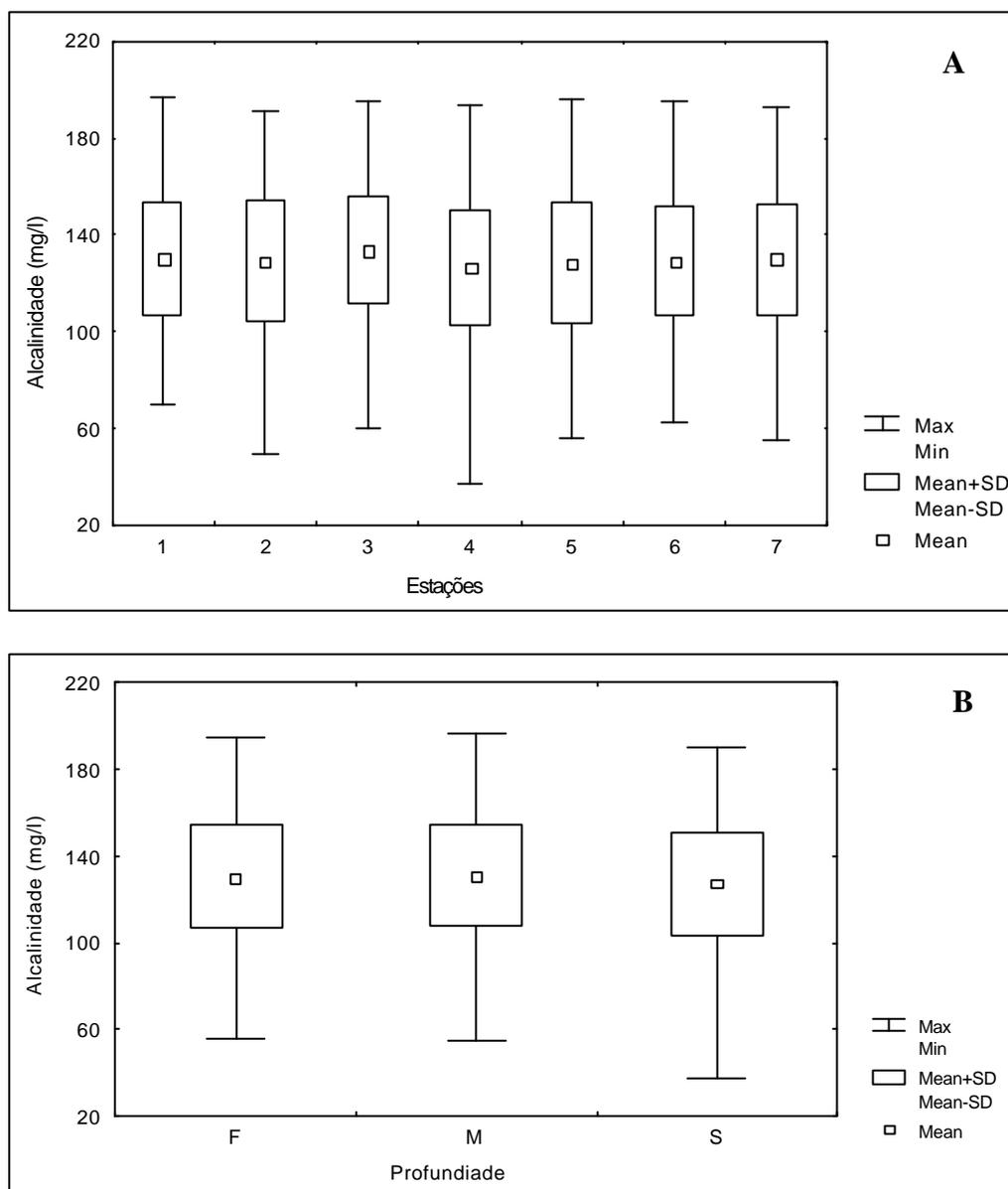


FIGURA 28 – Variação dos valores médios de alcalinidade ao longo das estações de coleta (A) e em diferentes *profundidades (B) no complexo estuarino de Itapessoca, no período de abril de 2001 a abril de 2002. .* (S – superfície, M – Meio, F – Fundo)

4.2 ANÁLISE NUMÉRICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

4.2.1 Análise dos Componentes Principais (ACP)

As Análises dos Componentes Principais aplicadas às variáveis físicas e químicas da água demonstraram uma tendência à sazonalidade, conforme pode ser observado na FIGURA 29, onde os meses de janeiro, fevereiro, março e abril acham-se associados as temperaturas mais elevadas. Os meses de junho, julho, agosto e setembro, que apresentam as temperaturas mais baixas, caracterizaram-se pelos valores de clorofila-*a*, de nitrato e de fosfato. Ressalta-se a caracterização do mês de agosto pelos altos valores de nitrito. Embora esses resultados tenham sido mais evidentes na estação 1, essa mesma tendência permanece nas outras estações de coletas, destacando-se o elevado peso da variável nitrito associado ao mês de agosto em todas as estações de coleta.

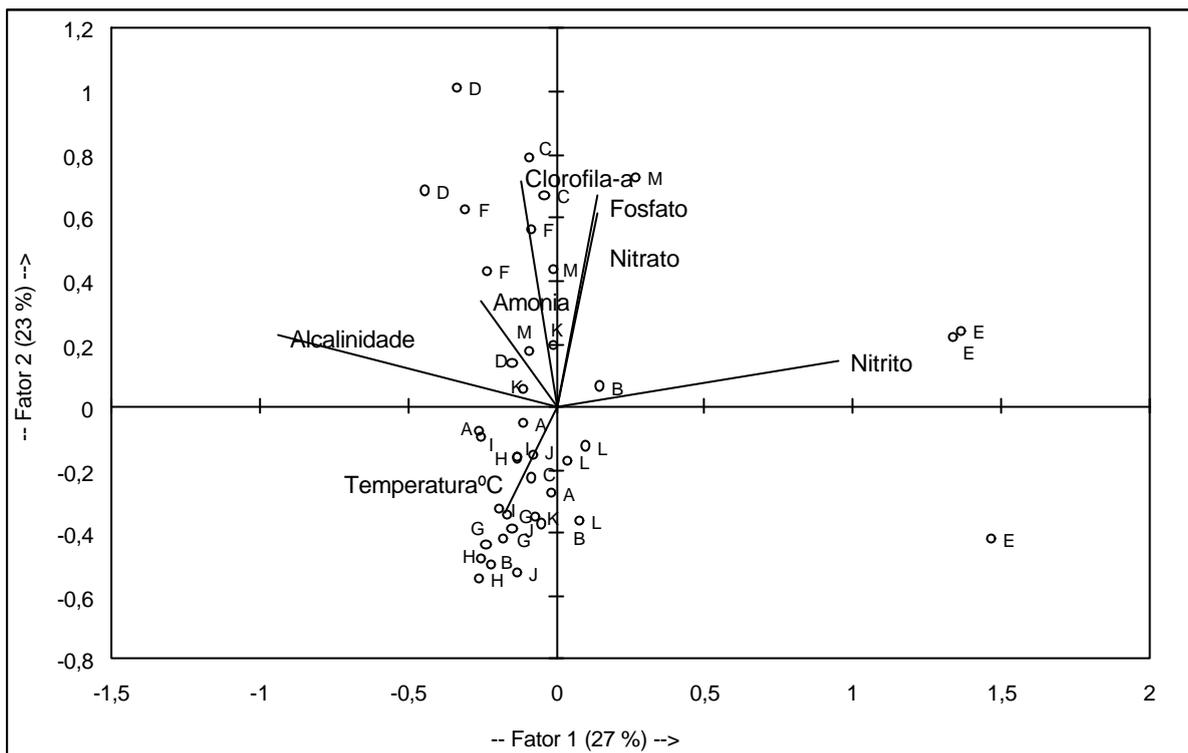


FIGURA 29 - Representação gráfica do plano Fatorial III da Análise dos Componentes Principais das variáveis ambientais e dos meses de coleta no estuário de Itapessoca, estação 1. (A-abril/01, B-maio/01, C-junho/01, D-julho/01, E-agosto/01, F-Setembro/01 G- outubro/01, H- novembro/01, I- dezembro/01, J- janeiro/02, K- fevereiro/02, L-março/02, M-abril/02).

4.2.2 Análise Discriminante

A análise de Discriminantes Canônicos aplicada ao conjunto de estações de coleta caracterizou as estações 3 e 4 como significativamente diferentes das restantes, sendo nitrito e nitrato as variáveis responsáveis por essa diferença com pesos de 5,6 e 5,9 respectivamente, enquanto as outras variáveis apresentaram pesos que variaram de -1,02 a 0,8 (FIGURA 30).

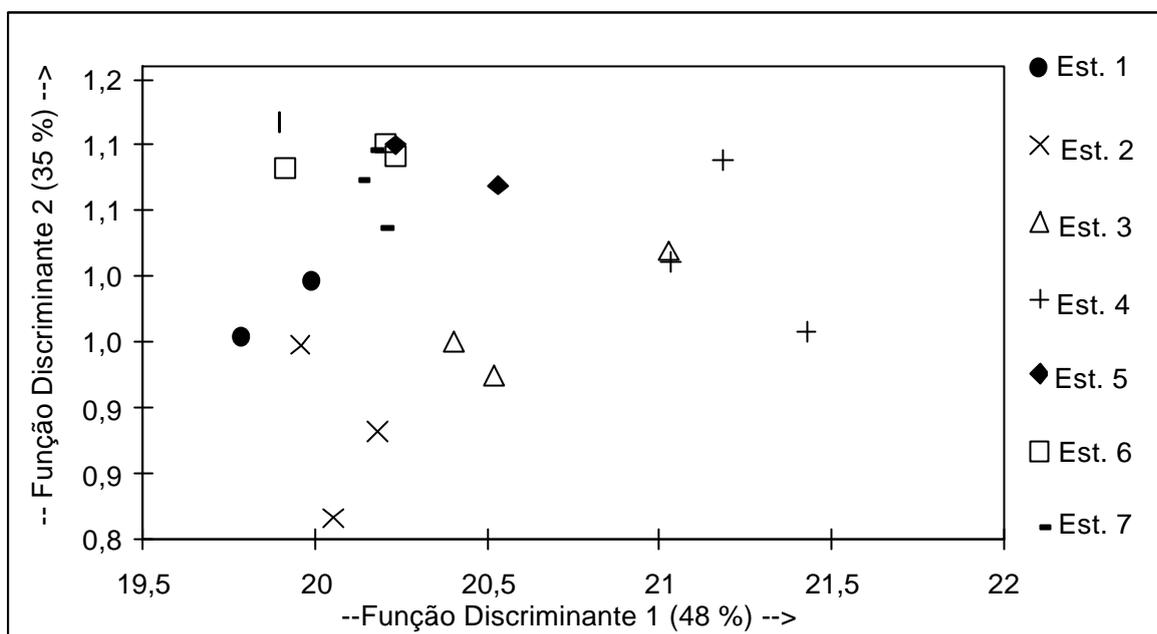


FIGURA 30 – Representação gráfica da Análise de Discriminante aplicada às estações de amostragem

5 COMPOSIÇÃO DO ICTIOPLÂNCTON

5.1 OVOS E LARVAS

Durante o período de amostragem foram coletados um total de 87.758 ovos e 6.677 larvas, o que correspondeu a uma densidade total de 39.445,34 ovos.100m⁻³ e 3.001,17 larvas.100m⁻³.

A maior densidade média de ovos (348,97 ovos.100m⁻³) foi registrada no mês de novembro/01 (FIGURA 31), na estação de coleta 2, na enchente diurna; e os menores valores foram observados em outubro/01 (3,66 ovos.100m⁻³) na estação de coleta 6, na vazante diurna (FIGURAS 32 A e B).

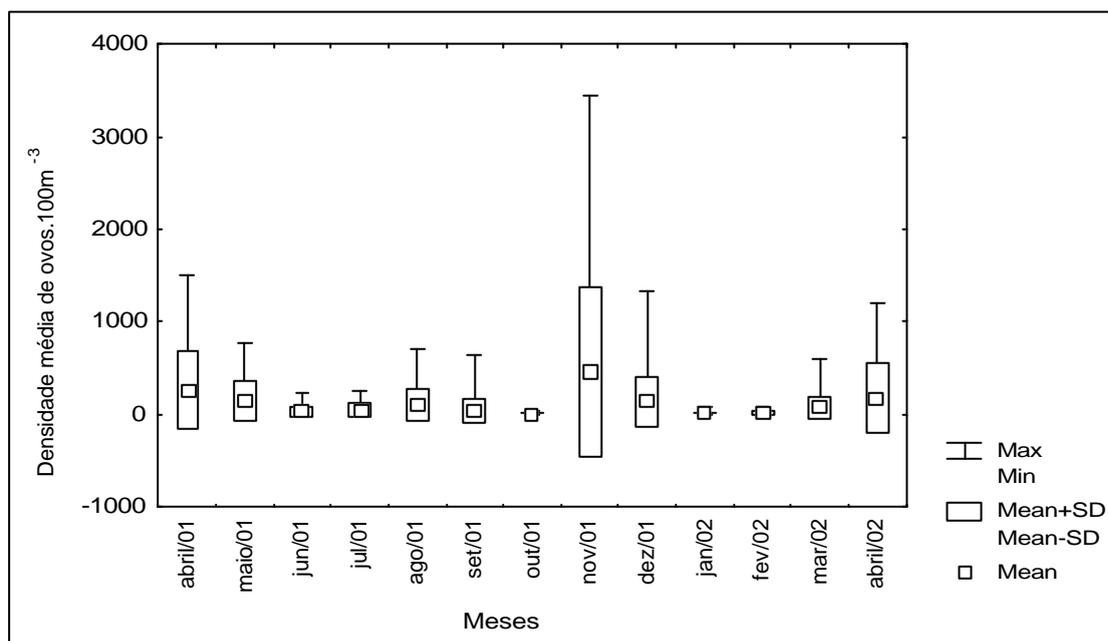
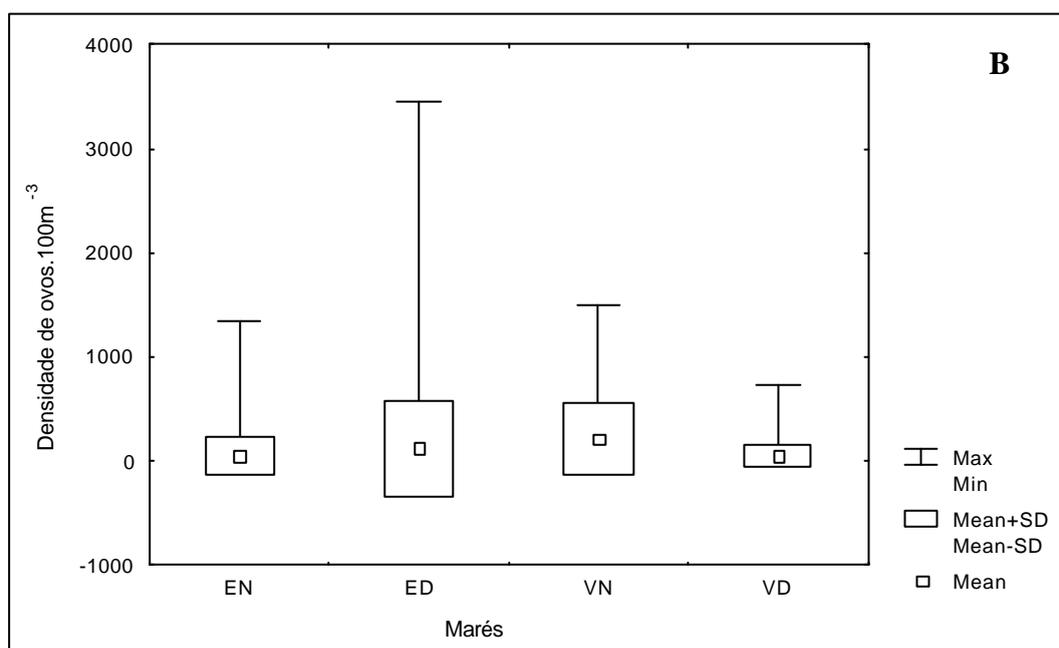
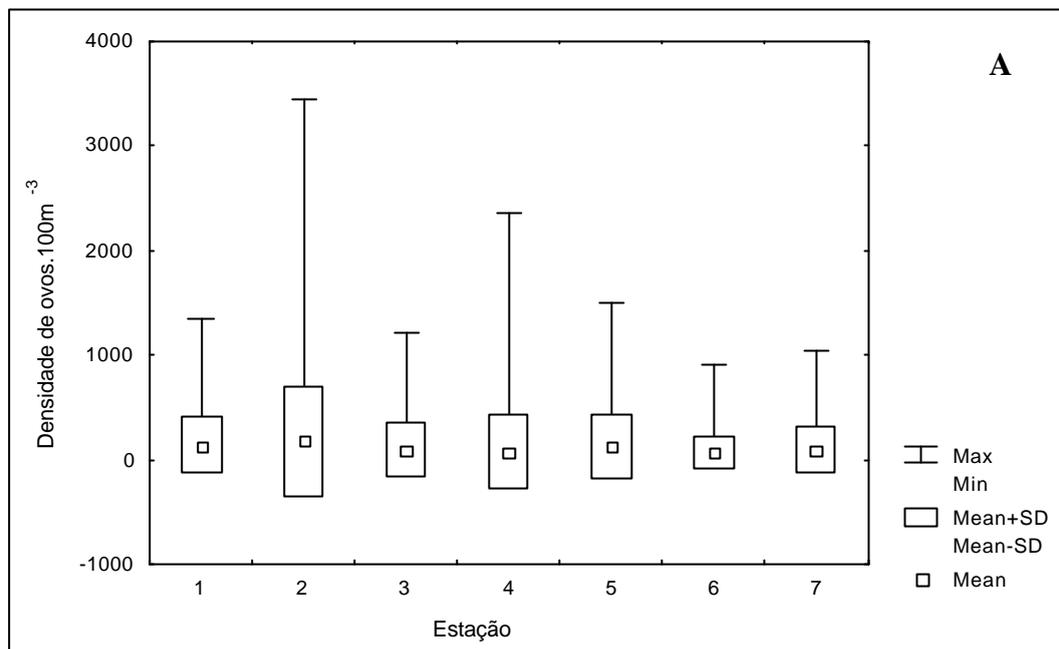


FIGURA 31 – Densidade média de ovos.100m⁻³ por meses, no complexo estuarino de Itapessoca.



FIGURAS 32 – Densidade média de ovos.100m⁻³, por estação (A), marés (V-vazante; E- enchente) e período (N – noturno; D –diurno)(B) no complexo estuarino de Itapessoca.

Quanto a densidade média para as larvas, foi registrado um maior valor no mês de abril/01 (381,61 larva.100m⁻³), na estação de coleta 4, enquanto a menor densidade média (2,59 larvas.100m⁻³) foi verificada no mês de agosto na estação 5 (FIGURA 33). Quanto às marés e períodos, os valores médios das densidades não variaram entre si, apesar do grande desvio em relação a média verificado na vazante diurna (FIGURAS 34 A e B) na estação 4 devido ao alto valor comentado acima.

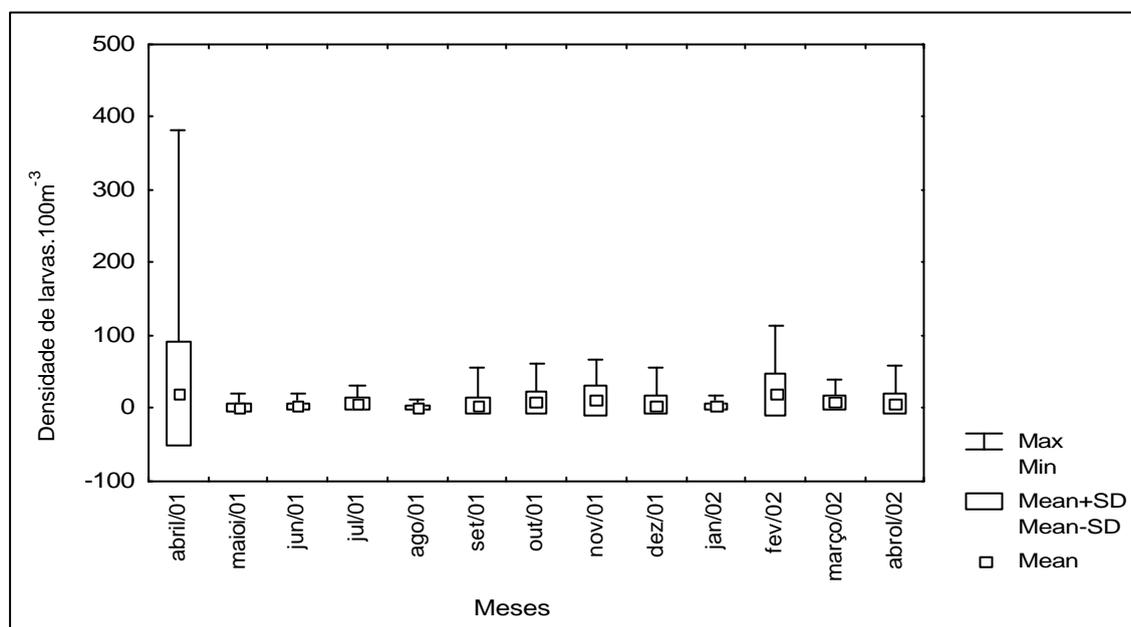


FIGURA 33 - Densidade média de larvas.100m⁻³, por meses, no complexo estuarino de Itapessoca.

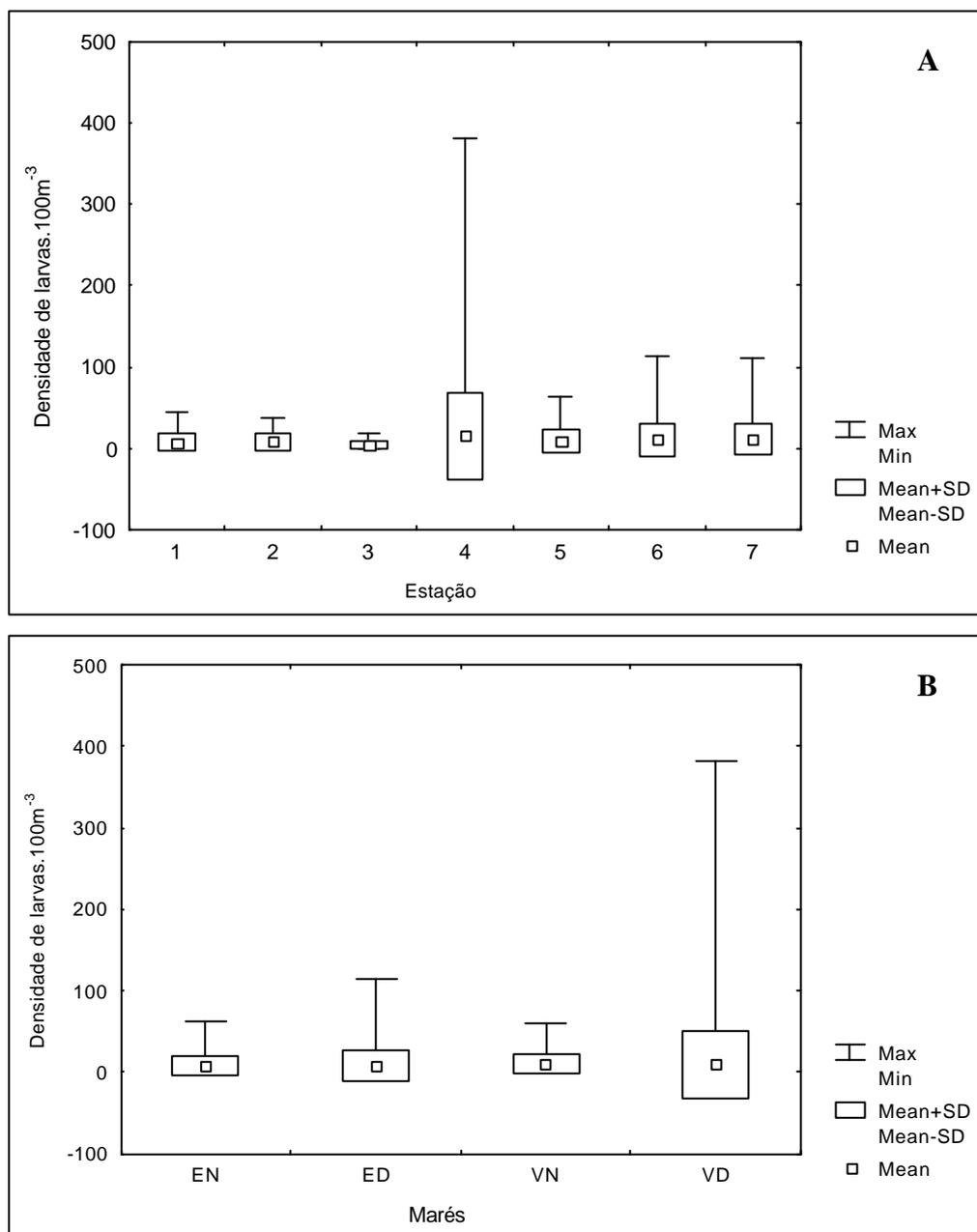


FIGURA 34 – Densidade média de larvas.100m⁻³, por estação (A), marés (V-vazante; E-enchente) e período (N – noturno; D –diurno) (B) no complexo estuarino de Itapessoca.

5.1.1 Análise dos Correspondentes Canônica (ACC)

A Análise de Correspondência não demonstrou relações específicas entre ovos e estações de coletas ou meses (FIGURA 35), o mesmo ocorrendo com as larvas (FIGURA 36), o que indica que os mesmos distribuem-se homogeneamente no ambiente, apesar das diferenças das variáveis físicas e químicas observadas pelas análises dos Componentes Principais (ACP) e Análise Discriminantes (AD).

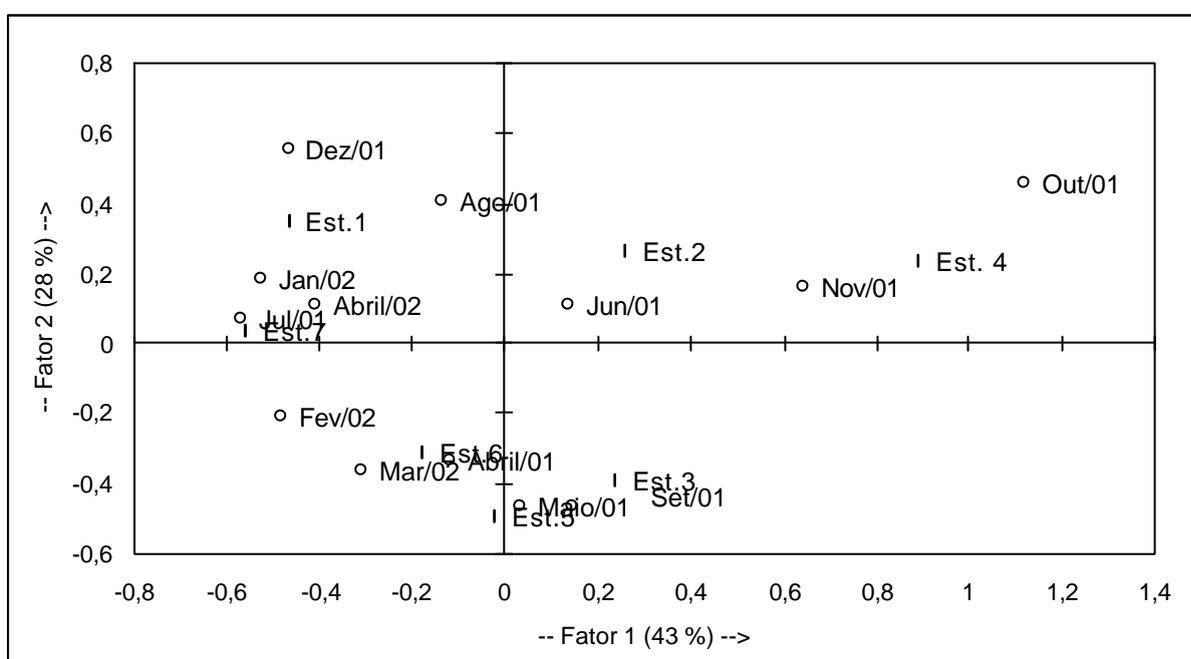


FIGURA 35 – Representação gráfica da Análise de Correspondência aplicada aos dados de frequência de ocorrência de ovos, coletados durante os meses de estudo para cada estação de amostragem (o = meses; ◆ = estações de coleta).

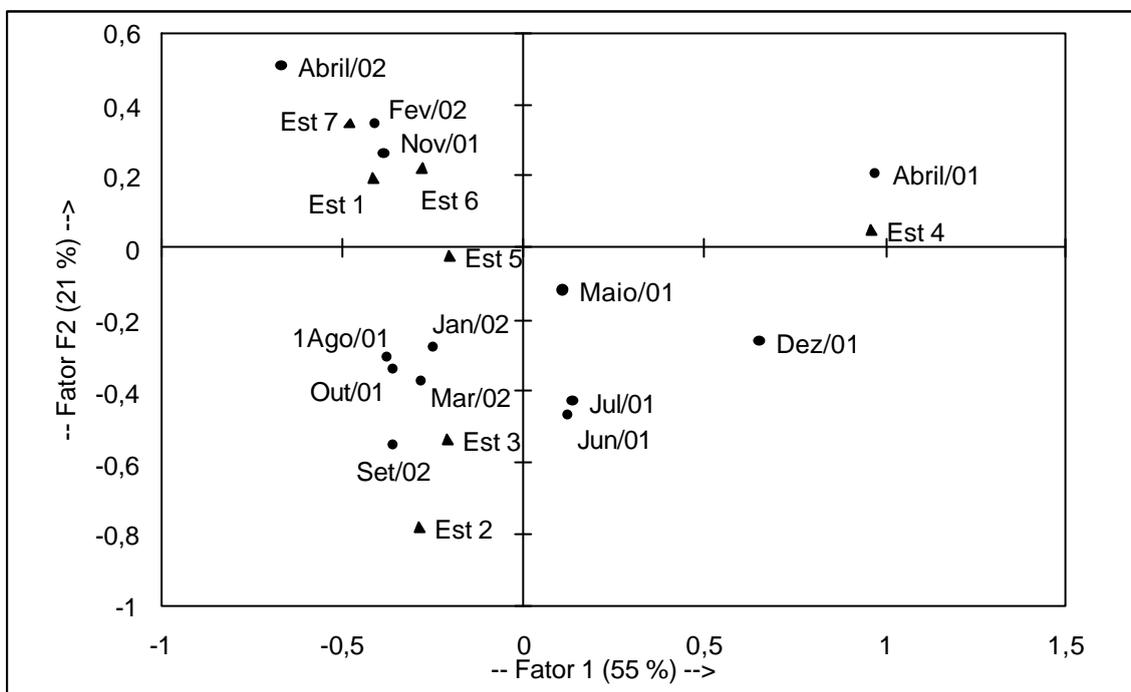


FIGURA 36 – Representação gráfica da Análise de Correspondência aplicada aos dados de frequência de ocorrência de larvas coletadas durante os meses de estudo para cada estação de amostragem (o = meses; ♦ = estações de coleta).

5.2 TÁXONS

Dentre 6.677 de larvas coletadas, 5.915 foram identificados em 8 ordens e 19 famílias. Os exemplares não identificados (762) corresponderam a 11,4% do total coletado.

Família Engraulidae

Foram coletadas 3.345 larvas, representando 70% do total coletado no estuário, constituindo-se na família mais abundante (TABELA 2). Apresentaram-se distribuídas ao longo de todo o período estudado, assim como em todas as estações de coleta.

A maior densidade de larvas foi registrada em fevereiro/02 nas estações 6 e 7 (TABELAS 3 e 4).

Família Eleotridae

Foi a segunda mais abundante, com um total de 372 larvas, representando 8% do total coletado (TABELA 2). Apresentaram-se distribuídas ao longo de todo o período e estações de coleta. A maior densidade foi registrada em março/02 na estação 1 (TABELAS 3 e 4).

Família Gobiidae

Foram capturados 314 larvas, ou seja, 7% do total (TABELA 2), sendo registradas as maiores densidade em março/02, com menor densidade na estação 3 (TABELAS 3 e 4).

Família Sciaenidae

Foram coletadas 210 larvas, 4% do total (TABELA). A maior densidade foi registrada em fevereiro na estação 2 (TABELAS 3 e 4).

Família Clupeidae

Foram capturados 150 larvas, representando 3% do total coletado (TABELA 2), as maiores densidades foram registradas em outubro/01 e abril/02, nas estações de coletas 2 e 7 (TABELAS 3 e 4).

Família Atherinopsidae

Foram coletadas 81 larvas, 2% do total (TABELA 2). As maiores densidades foram registradas no mês de abril/01, nas estações 4 e 5 (TABELAS 3 e 4). Para esta família foi identificada larva de um espécie *Xenomelaniris brasiliensis* (Peixe-rei).

Família Carangidae,

Foram coletadas 93 larvas, 1,9% do total coletado (TABELA 2). A maior densidade desta família foi registrada em fevereiro/02, nas estações 4 e 5 (TABELAS 3 e 4).

Família Hemiramphidae

Da família Hemiramphidae foram coletados 79 larvas, representando 1,6% do total de larvas coletadas (TABELA 2). A maior densidade foi observada em setembro/01 na estação 2 (TABELAS 3 e 4).

Família Gerreidae

Coletaram-se 47 larvas, as quais representaram 1% do total coletado (TABELA 2). As maiores densidades foram observadas em abril/01 nas estações 4 e 5 (TABELAS 3 e 4)

Família Blenniidae

Foram coletadas 38 larvas, o que representando 0,8% do total (TABELA 2). A maior densidade foi observada em fevereiro/01 na estação 7 (TABELAS 3 e 4)

Família Sparidae

A família Sparidae 79 larvas foram coletadas, representando 0,7% do total de larvas coletadas (TABELA 2). A maior densidade foi observada em fevereiro/02 na estação 2 (TABELAS 3 e 4).

Família Syngnathidae

Foram coletadas 26 larvas, 05% do total (TABELA 2). Nas estações foi registrada uma maior densidade no mês de maio/01, na estação 3 (TABELAS 3 e 4).

Foi possível a identificação de um gênero e quatro espécies : *Syngnathus sp*, *Oostethus lineatus*, *Hippocampus reidi*, *Syngnathus dunckeri*, *Syngnathus Rousseau* e *Syngnathus pelagicus*.

Demais famílias

As famílias Belonidae, Triglidae, Centropomidae, Chaetodontidae, Microdesmidae e Diodontidae tiveram representatividade inferior a 0,5% (TABELA 2).

TABELA 2 – Táxons encontrados no ictioplâncton do estuário do rio Itapessoca nas 7 estações, no período de abril/01 a abril de 2002. Número total de indivíduos por ordem e família.

Táxons	No.	% do total
Clupeiformes	971*	
Clupeidae (Clu)	150	3,12
Engraulidae (Eng)	3345	69,53
Atheriniformes		
Atherinopsidae (Ath)	81	1,68
Beloniformes		
Hemiramphidae (Hem)	79	1,64
Belonidae (Bel)	3	0,06
Syngnathiformes		
Syngnathidae (Syng)	26	0,54
Scorpaeniformes		
Triglidae (Tri)	1	0,02
Perciformes		
Blenniidae (Ble)	38	0,79
Carangidae (Car)	93	1,93
Centropomidae (Cent)	1	0,02
Chaetodontidae (Chae)	1	0,02
Eleotridae (Ele)	372	7,73
Gerreidae (Ger)	47	0,98
Gobiidae (Gob)	314	6,53
Microdesmidae (Micr)	5	0,10
Sciaenidae (Sci)	210	4,36
Sparidae (Spar)	34	0,71
Pleuronectiformes	133*	
Tetraodontiformes		
Tetraodontidae (Tetr)	10	0,21
Diodontidae (Diod)	1	0,02
Número total de larvas	5.915	

* Larvas identificadas até ordem.

TABELA 3 - Densidade total de larvas (larvas.100m⁻³) das famílias por mês durante o período de estudo no complexo estuarino de Itapessoca.

Famílias	abr-01	mai-01	jun-01	jul-01	ago-01	set-01	out-01	nov-01	dez-01	jan-02	fev-02	mar-02	abr-02	Total
Eng	146,08	39,10	42,25	128,55	20,68	98,44	168,10	81,36	56,18	50,34	409,03	141,59	121,81	1.503,51
Ele	8,09	6,74	3,60	1,35	2,25	19,78	6,29	16,63	0,45	5,39	30,56	44,05	22,02	167,21
Gob	20,68	11,69	11,69	13,03	6,74	4,49	9,89	3,60	5,84	4,05	11,69	26,97	10,79	141,14
Sci	8,09	0,90	3,60	-	-	0,90	18,88	11,69	8,54	5,84	19,78	14,83	1,35	94,39
Clu	7,19	-	1,35	7,19	4,94	3,60	23,37	1,80	-	-	-	0,45	17,53	67,42
Ath	14,38	1,80	-	1,35	1,80	0,45	3,15	1,80	5,84	3,15	-	0,90	1,80	36,41
Car	3,15	3,60	1,35	2,25	-	2,70	4,49	1,35	3,15	1,35	14,83	3,15	0,45	41,80
Hem	1,35	0,45	-	0,90	1,35	6,29	3,60	4,49	4,49	2,25	4,05	2,25	4,05	35,51
Ger	5,84	-	3,60	1,80	0,90	0,45	0,45	-	0,45	-	5,39	0,90	1,35	21,13
Ble	-	1,80	0,45	1,80	1,35	0,90	1,35	1,35	2,25	0,45	2,70	0,90	1,80	17,08
Spar	-	-	-	-	-	0,45	3,15	3,15	3,15	-	4,05	0,90	0,45	15,28
Syng	0,90	2,25	0,45	1,80	0,45	0,90	-	0,45	2,25	0,45	0,90	0,90	-	11,69
Tetr	-	-	-	-	0,45	0,90	-	-	2,70	-	-	-	0,45	4,49
Micr	-	-	0,45	-	-	-	-	-	-	0,45	-	0,90	0,45	2,25
Bel	-	-	-	-	-	-	-	-	0,45	0,45	0,45	-	-	1,35
Tri	-	-	-	-	-	-	-	-	0,45	-	-	-	-	0,45
Cent	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,45	-	-	0,45
Chae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,45	-	-	-	-	0,45
Diod	-	-	-	-	-	-	-	0,45	-	-	-	-	-	0,45
TOTAL	215,75	68,32	68,77	160,01	40,91	140,24	242,72	128,10	96,64	74,16	503,87	238,67	184,29	2.162,44

TABELA 4 - Densidade total de larvas (larvas.100m⁻³) das famílias por estação durante o período de estudo no complexo estuarino de Itapessoca

Famílias	EST1	EST2	EST3	EST4	EST5	EST 6	EST 7	Total
Eng	180,24	144,73	105,63	228,78	199,57	336,21	308,34	1.503,51
Ele	38,66	27,42	14,38	16,63	22,92	22,02	25,17	167,21
Gob	23,82	22,47	4,05	13,93	26,97	23,37	26,52	141,14
Sci	20,23	18,43	7,19	8,54	15,28	13,48	11,24	94,39
Clu	5,39	31,46	6,74	0,90	1,80	0,45	20,68	67,42
Ath	0,90	1,35	7,19	13,48	9,44	2,25	2,25	36,86
Car	6,29	4,49	4,05	3,60	9,89	8,09	5,39	41,80
Hem	5,84	10,34	2,70	3,15	6,29	5,39	1,80	35,51
Ger	4,49	2,25	0,45	4,05	4,49	3,60	1,80	21,13
Ble	4,05	1,35	1,80	0,45	0,90	3,15	4,94	16,63
Spar	0,90	5,39	0,90	0,45	2,25	4,49	0,90	15,28
Syng	3,15	1,80	2,70	1,80	1,35	-	0,90	11,69
Tetr	-	3,15	0,45	-	-	0,90	-	4,49
Micr	0,45	-	0,45	0,45	-	0,90	-	2,25
Bel	-	-	-	-	-	1,35	0,45	1,80
Tri	0,45	-	-	-	-	-	-	0,45
Cent	-	0,45	-	-	-	-	-	0,45
Chae	-	-	-	-	-	0,45	-	0,45
Diod	-	-	-	-	-	0,45	-	0,45
TOTAL	294,86	275,08	158,67	296,21	301,15	426,11	410,37	2.162,44

5.2.1 Índice de constância (DAJOZ, 1983)

Através do cálculo da frequência mensal de ocorrência das famílias, verifica-se que das 19 famílias coletadas no estuário de Itapessoca durante o período de estudo, 12 famílias foram classificadas como constantes, 2 acessórias e 5 acidentais. A frequência relativa de ocorrência das famílias constantes, acessórias e acidentais foram de 63%, 11% e 26%, respectivamente. Na TABELA 5, observa-se que as famílias Atherinopsidae, Blenniidae, Carangidae, Clupeidae, Eleotridae, Engraulidae, Gerreidae, Gobidae, Hemiramphidae, Sciaenidae, Sparidae e Syngnathidae são constantes, enquanto as Microdesmidae e Tetraodontidae são consideradas acessórias e as famílias Belonidae, Centropomidae, Triglidae, Chaetodontidae e Diodontidae são consideradas acidentais.

TABELA 5 - Frequência relativa mensal da ocorrência das famílias no estuário de Itapessoca, durante o período de abril/01 a abril/02, classificadas como Constantes (CT), Acessórias (AC) e Acidentais (AD)

Famílias	FO (%)	Constância
Atherinopsidae	85	CT
Blenniidae	92	CT
Carangidae	92	CT
Centropomidae	8	AD
Clupeidae	69	CT
Eleotridae	100	CT
Engraulidae	100	CT
Gerreidae	77	CT
Gobiidae	100	CT
Hemiramphidae	92	CT
Microdesmidae	31	AC
Sciaenidae	85	CT
Sparidae	54	CT
Syngnathidae	85	CT
Triglidae	8	AD
Tetraodontidae	31	AC
Belonidae	23	AD
Chaetodontidae	8	AD
Diodontidae	8	AD

De acordo com a frequência de ocorrência das famílias calculada quanto às estações, durante o período de estudo (TABELA 6), 13 familiares foram consideradas constantes, 2 acessórias e 4 acidentais. A frequência relativa de ocorrência das famílias constantes, acessórias e acidentais, foi de 68%, 11% e 21% respectivamente.

Quanto às estações, foi possível verificar que além das famílias consideradas constantes durante os meses foi inclusa nesta categoria a família Microdesmidae.

TABELA 6 - Frequência relativa de ocorrência das famílias por estação de coleta, no estuário de Itapessoca, durante o período de abril/01 a abril/02, classificadas como Constantes (CT), Acessórias (AC) e Acidentais (AD)

Famílias	Estações(%)	Constancia
Atherinopsidae	100	CT
Blenniidae	100	CT
Carangidae	100	CT
Centropomidae	14	AD
Clupeidae	100	CT
Eleotridae	100	CT
Engraulidae	100	CT
Gerreidae	100	CT
Gobiidae	100	CT
Hemiramphidae	100	CT
Microdesmidae	57	CT
Sciaenidae	100	CT
Sparidae	100	CT
Syngnathidae	86	CT
Triglidae	14	AD
Tetraodontidae	43	AC
Belonidae	29	AC
Chaetodontidae	14	AD
Diodontidae	14	AD

5.2.2 Análise INDVAL

Com base no cálculo de importância das famílias (INDVAL) no estuário de Itapessoca, foi possível classificá-las quanto à sua ordem de importância em relação aos meses e às estações de coleta, tendo-se destacado que a família Engraulidae foi como a mais importante, seguida por Eleotridae e Gobiidae (TABELAS 7 e 8). As demais não atingindo valores superiores a 5%.

TABELA 7 - Variação do INDVAL com ocorrência no estuário de Itapessoca, considerando o período de estudo abril/01 a abril/02.

Táxons	INDVAL.(%)	Classificação
Eng	69,528	1 ^o
Eleo	7,732	2 ^o
Gob	6,527	3 ^o
Sci	3,693	4 ^o
Clu	2,159	5 ^o
Car	1,784	6 ^o
Hem	1,516	7 ^o
Ath	1,425	8 ^o
Ger	0,751	9 ^o
Ble	0,729	10 ^o
Syng	0,457	11 ^o
Spa	0,435	12 ^o
Tetr	0,064	13 ^o
Micr	0,032	14 ^o
Bel	0,014	15 ^o
Cent	0,002	17 ^o
Chae	0,002	17 ^o
Diod	0,002	17 ^o
Trig	0,002	17 ^o

TABELA 8 – Variação do INDVAL com ocorrência no estuário de Itapessoca, considerando as sete estações de coleta

Táxons	INDVAL (%)	Ranking
Eng	69,528	1 ^o
Eleo	7,732	2 ^o
Gob	6,527	3 ^o
Sci	4,365	4 ^o
Clu	3,118	5 ^o
Car	1,933	6 ^o
Ath	1,704	7 ^o
Hem	1,642	8 ^o
Ger	0,977	9 ^o
Ble	0,769	10 ^o
Spa	0,707	11 ^o
Syn g	0,463	12 ^o
Tetr	0,089	13 ^o
Micr	0,059	14 ^o
Bel	0,009	15 ^o
Cent	0,003	16 ^o
Diod	0,003	17 ^o
Trig	0,003	17 ^o
Chae	0,003	17 ^o

Com base na análise gráfica (FIGURA 37), foi possível constatar a maior precisão do INDVAL em relação ao índice de constância de DAJOZ (1983).

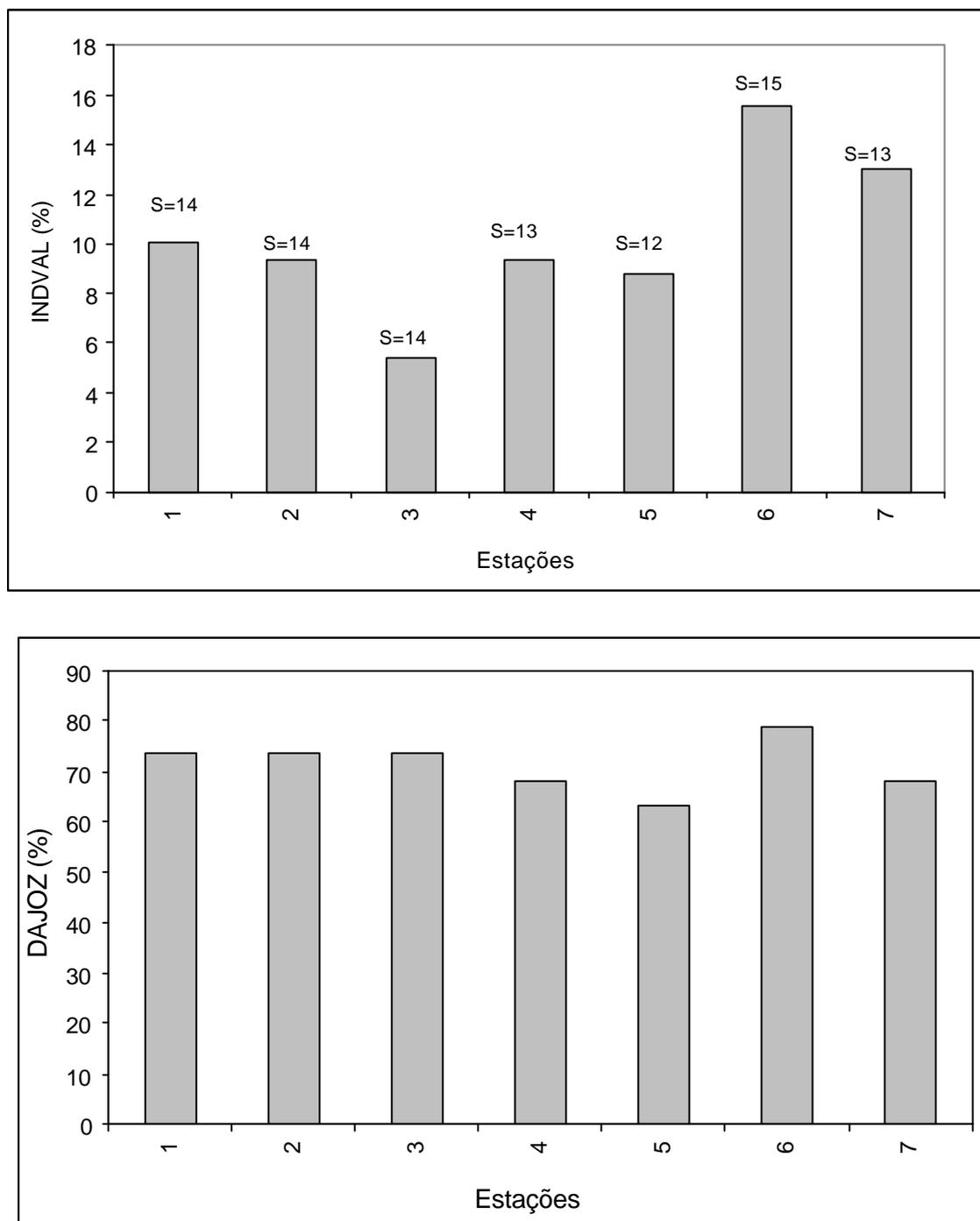


Figura 37 - Valores estimados do Índice de Importância Individual (INDVAL - %) e do Índice de Constância de DAJOZ (%) relativos às Estações de Coleta, do icteoplâncton no Estuário de Itapessoca, PE, no período de abril/01 a abril/02.

5.2.3 Diversidade e Equitabilidade

Os valores de diversidade específica, por mês e estação de coleta (TABELAS 9 e 10), apresentaram variação de 0,36 a 0,70 e 0,41 a 0,72 decits.ind, respectivamente.

Nos meses de agosto/01 e dezembro/01, foram observadas diversidades acima de 0,60 decits.ind (FIGURA 38). Quanto às estações de coleta, os valores mais elevados foram registrados nas estações 1 (0,61 decits.ind) e 2 (0,72 decits.ind) (FIGURA 39).

Os valores da equitabilidade encontrados para os meses e estações (TABELAS 9 e 10), indicaram que a estrutura da comunidade de larvas de peixes no estuário de Itapessoca é marcada pela dominância de algumas famílias, ressaltando os altos valores de (1-Z).

Através das FIGURAS 38 e 39, observa-se que o número de famílias por mês e estação de coleta no estuário de Itapessoca apresentou maior variação estando dentro da amplitude de 9 a 15 famílias, comparativamente à variação do número de famílias por estação dentro da amplitude de 12 a 15 famílias., Indicado para o período de estudo riqueza de famílias ictioplntonicas.

TABELA 9 – Valores mensais do número total de famílias (riqueza =S), de diversidade específica de Shannon-Wiener (H' =decits.ind) e de equitabilidade das amostras coletadas no estuário de Itapessoca.

Meses	Riqueza (S)	Diversidade (H')	Equitabilidade
Abril/01	10	0,54	0,54
Maio/01	9	0,61	0,64
Junho/01	10	0,57	0,57
Julho/01	10	0,36	0,36
Agosto/01	10	0,36	0,69
Setembro/01	10	0,70	0,44
Outubro/01	13	0,49	0,50
Novembro/01	11	0,57	0,53
Dezembro/01	15	0,69	0,58
Janeiro/02	11	0,53	0,51
Fevereiro/02	12	0,36	0,33
Março/02	13	0,56	0,50
Abril/02	13	0,53	0,48

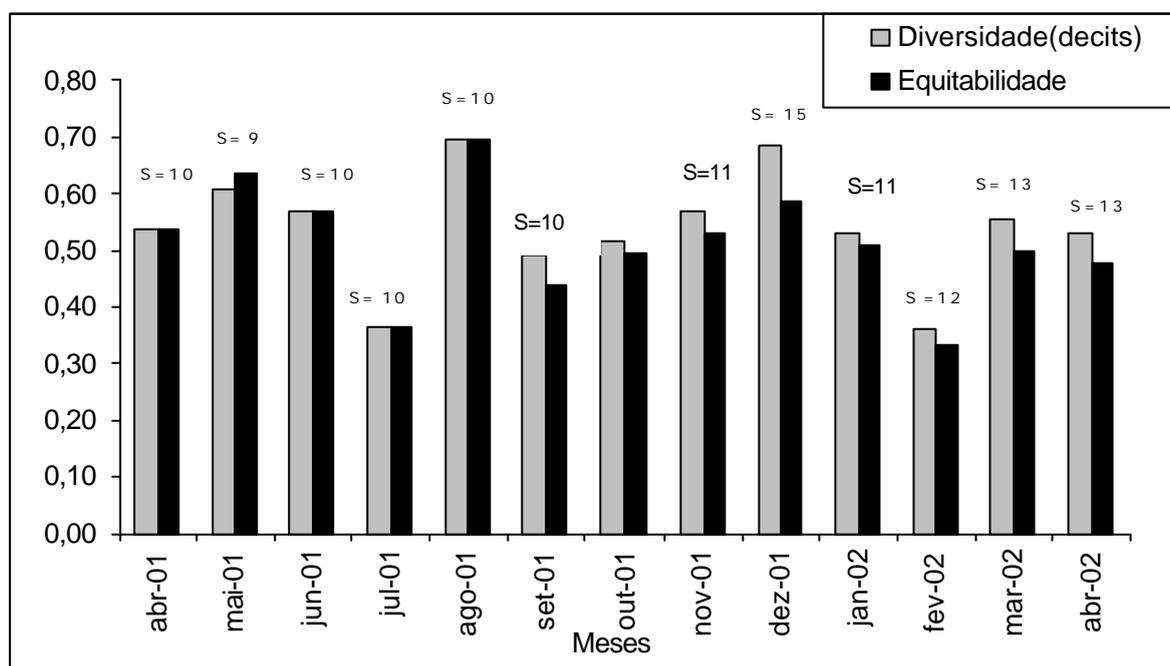


FIGURA 38 - Representação gráfica dos valores mensais estimados da diversidade específica de Shannon-Wiener (decits.ind), da equitabilidade e da riqueza de famílias (S), no estuário de Itapessoca.

TABELA 10 – Valores do número total de famílias (riqueza =S), de diversidade específica de Shannon-Wiener (H' =decits.ind) e de equitabilidade, por estação de coleta, no estuário de Itapessoca.

Estações	Riqueza (S)	Diversidade (H')	Equitabilidade
1	14	0,61	0,48
2	14	0,72	0,54
3	14	0,59	0,51
4	13	0,43	0,38
5	12	0,57	0,53
6	15	0,41	0,34
7	13	0,45	0,40

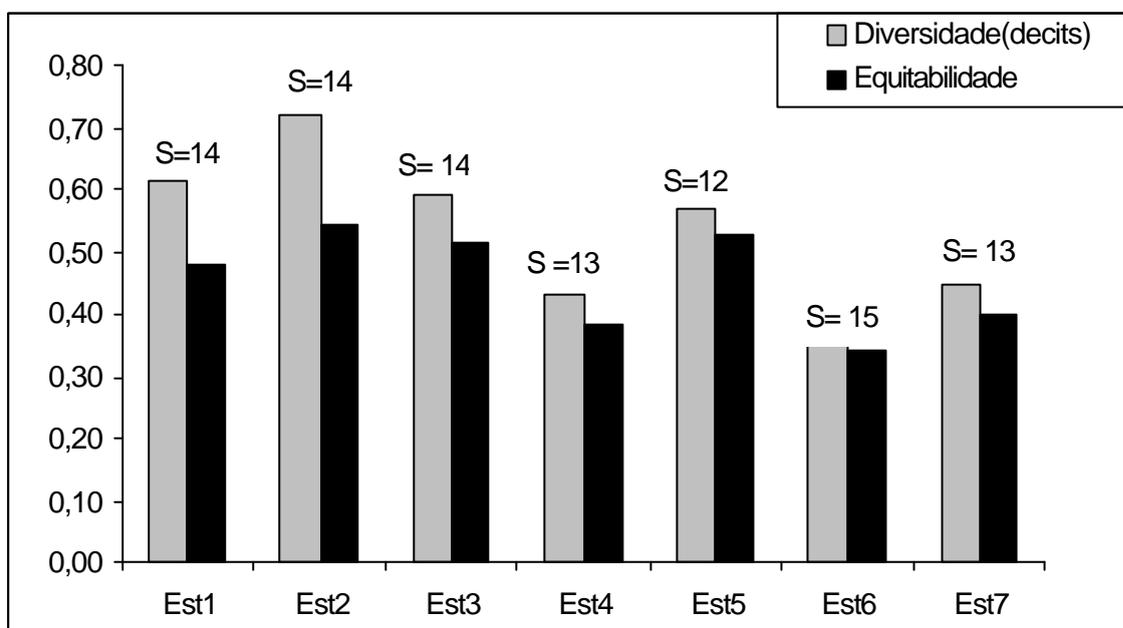


FIGURA 39 - Representação gráfica dos valores estimados da diversidade específica de Shannon-Wiener (decits.ind), da equitabilidade e da riqueza de famílias (S), em cada estação no estuário de Itapessoca.

5.2.4 Análise de Correspondência (AC)

A Análise de Correspondência aplicada aos táxons (famílias) não demonstrou relações específicas entre as estações de coletas ou meses, indicando que os mesmos distribuem-se homogeneamente no ambiente (FIGURA 40).

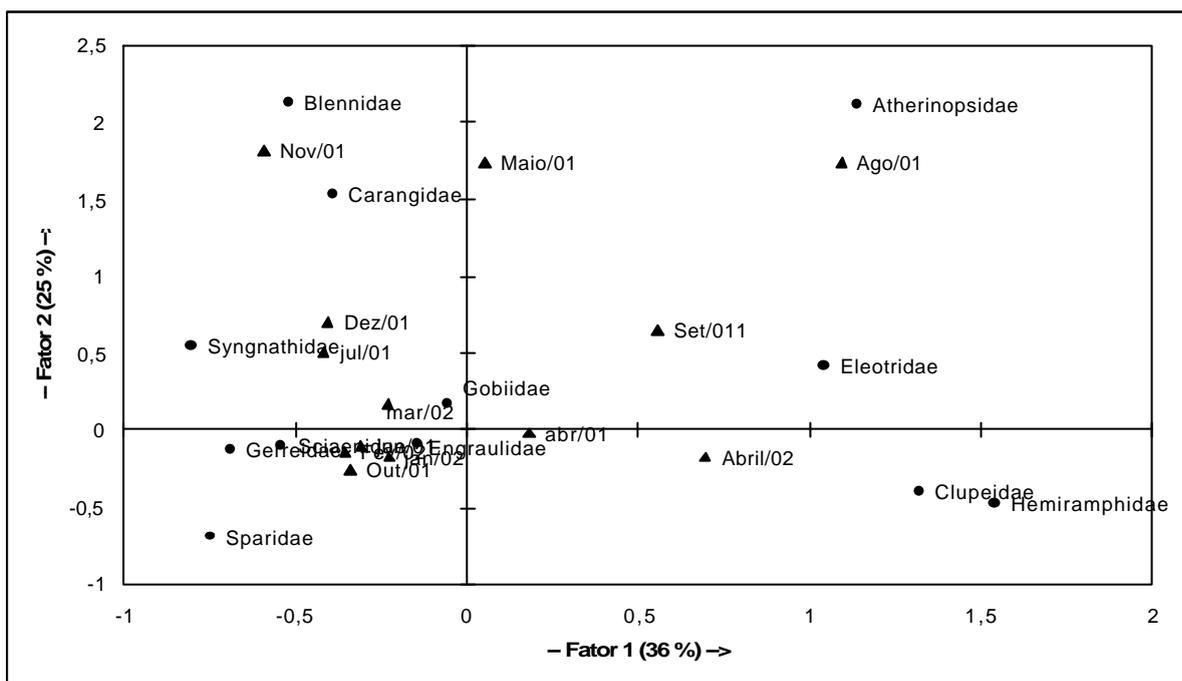


FIGURA 40 – Análise de Correspondência aplicada aos táxons, coletados durante o período de estudo para cada estação de amostragem .

6 DISCUSSÃO

O clima da região que abrange o complexo estuarina de Itapessoca, litoral norte de Pernambuco, é considerado tropical úmido (Koppen). No presente estudo, a pluviosidade caracterizou períodos com maiores índices nos meses entre abril a julho de 2001, enquanto os mais baixos, nos meses de agosto a dezembro de 2001, mais acentuadamente em novembro e dezembro. Segundo RAO et al.(1993), a estação chuvosa da região leste nordestina ocorre de maio a julho, e a estação seca de setembro a dezembro, em concordância com os resultados encontrados no estuário de Itapessoca.

Nos meses de maior incidência de chuvas, foi registrados os menores valores de temperatura, salinidade e transparência. As baixas temperaturas quase sempre coincidem com baixa salinidade, pois nos períodos de maiores precipitações o fluxo de água aumenta gradativamente com a chuva, ao contrário dos meses com menores precipitações, quando as altas temperaturas e as salinidades elevadas coexistem, devido à redução da quantidade de água doce, proveniente das chuvas ou rios.

CAVALCANTE et al.(1981) notaram que durante todo o decorrer das observações no canal de Santa Cruz, litoral norte de Pernambuco, a temperatura máxima registrada foi de 31,6⁰C no mês de novembro, enquanto a mínima foi de 25⁰C, no mês de junho. Observaram também, que o ciclo sazonal da temperatura foi mais ou menos coincidente com o da salinidade.

Trabalhos realizados por OKUDA & NÓBREGA (1960), no estuário de Barra de Jangada, litoral sul de Pernambuco, registram que os valores de temperatura da água mantiveram-se constantes e com pequena variação durante todo o ano.

MACÊDO et al.(1990), estudando o estuário do rio Igarassu, região próxima à área de estudo, observaram que as baixas temperaturas quase sempre coincidiram com as baixas salinidades e baixos índices de transparência, o que se deve ao aumento gradual do fluxo de

água das chuvas e dos rios, e conseqüentemente o que vem favorecer o aumento do transporte de material.

Dentre os nutrientes inorgânicos dissolvidos, as diversas formas de nitrogênio e fósforo são de fundamental interesse para a caracterização de ambientes aquáticos devido a sua importância, seja como nutrientes essenciais para a produtividade primária do fitoplâncton, na forma de nitritos, nitratos e fosfatos, ou como um elemento potencialmente tóxico aos organismos, como no caso da amônia.

As concentrações de nitrito foram muito baixas no complexo estuarino de Itapessoca, com valor médio anual de $0,012\mu\text{g/l}$. No mês de agosto/2001, foi registrado um aumento acentuado, atingindo $0,12\mu\text{g/l}$. De acordo com GIBB (1974), em sistemas estuarinos, a concentração de nitrito é próxima a $0,1\mu\text{g at/l}$ ($0,33\mu\text{g/l}$), com oscilações em torno desse valor durante as estações do ano. Em regiões estuarinas próximas ao local estudado, no canal de Santa Cruz, CAVALCANTI et al. (1981) registraram valores entre $0,0$ a $0,824\mu\text{g at/l}$ ($2,71\mu\text{g/l}$). MACÊDO & COSTA (1990) no rio Igarassu, constataram uma amplitude de variações de $0,001$ a $1,5\mu\text{g.at/l}$ ($0,003$ a $4,93\mu\text{g/l}$).

As concentrações de nitrato encontradas no presente trabalho foram baixas ($0,005$ a $0,52\mu\text{g/l}$), assim como as de amônia (NH_4). Nas regiões acima citadas, os valores de nitrato registrados por CAVALCANTI et al. (op cit.) variaram de $0,022$ a $6,008\mu\text{g.at/l}$ ($0,10$ a $26,62\mu\text{g/l}$) e MACÊDO & COSTA (op cit) no rio Igarassu, observaram valores entre $0,46$ a $7,636\mu\text{g.at/l}$ ($1,09$ a $33,83\mu\text{g/l}$).

MELO (1980), BARROS-FRANCA (1980) E NASCIMENTO (1980) não conseguiram definir um ciclo sazonal de nitrito e de nitrato, no estuário do rio Botafogo, litoral norte de Pernambuco, e levantaram a hipótese de que todo o nitrogênio concentrado no referido estuário seria rapidamente consumido pelo fitoplâncton.

No estuário de rio Itapessoca foram registrados índices elevados de fosfato com valor máximo de 37,08 $\mu\text{g/l}$, e média anual de 18,89 $\mu\text{g/l}$. Isto pode estar relacionado à formação geológica da ilha e áreas próximas, as quais são formadas por depósitos de origem Gramame; esta formação é fossilífera e apresenta duas fácies, uma fosfática e outra calcária (LGGM, 1992). Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM (1995) apud CPRH (2001), o complexo estuarino de Itapessoca é considerado como área de importância na ocorrência desse calcário, o qual tem sido intensamente explorado pela indústria, para utilização do calcário como matéria-prima na produção de cimento e cal.

Estudos sedimentológicos realizados por LIRA (1975) no canal de Santa Cruz, demonstram altos valores de fosfato, oriundos de jazidas existentes nas regiões adjacentes, o que poderia atestar ser o sedimento um dos responsáveis pelos altos valores, observados também por CAVALCANTI et al. (1981), PASSAVANTE & KOENING (1984) e MACÊDO & COSTA (1990) em estuários próximos à área do presente estudo. Essa formação sedimentológica pode também ser responsável pelos altos valores de alcalinidade encontrados no presente estudo, uniformemente distribuídos por todo o ambiente.

A concentração máxima de clorofila-*a* registrada na região estuarina de Itapessoca foi de 25,11 $\mu\text{g/l}$ e o valor médio anual foi de 5,49 $\mu\text{g/l}$. PASSAVANTE & KOENING (1984) verificaram teores de clorofila-*a* semelhantes na região estuarina do rio Botafogo, litoral norte de Pernambuco, (média anual de 6,00 mg/m^3) e concluíram que a região poderia ser considerada eutrófica.

Numerosos processos bióticos e abióticos interagem, contribuindo para a formação de padrões estruturais, espaciais e temporais nas biocenoses. Detectar e descrever esses padrões, bem como formular hipóteses sobre possíveis causas que os regem constituem os principais objetivos das técnicas de Análises Multivariadas. Em vista disto, foi utilizada essa ferramenta

com o objetivo de identificar no estuário de Itapessoca, as possíveis interações dos fatores ambientais, temporal e espacialmente.

As Análises dos Componentes Principais aplicadas às variáveis físicas, químicas e biológicas da água demonstraram uma tendência à sazonalidade nas variáveis utilizadas neste trabalho associados aos valores de temperatura apesar da explicabilidade de apenas 50% dos dois primeiros eixos. A Análise Discriminante aplicada ao conjunto das estações permitiu identificar as estações 3 e 4 como significativamente diferentes das demais. Essa diferença pode ser devida à localização dessas estações na porção mais interna do estuário, estando desta forma sujeitas às influências das descargas dos rios que transportam material em suspensão, influenciando desse modo suas características físicas, químicas e biológicas.

De modo geral, foi possível constatar pela Análise dos Componentes Principais a tendência à homogeneidade dos parâmetros físicos, químicos e biológicos no estuário de Itapessoca, quanto aos meses e às estações.

Quanto às densidades de ovos e larvas de peixes, estimadas para o estuário de Itapessoca, os valores oscilaram entre 0,45 e 3.445,7 ovos. 100m^{-3} (0,005 e 34,46 ovos/ 100m^3) e 0,0 e 381,61 larvas. 100m^{-3} (0,0 e 3,81 larvas/ 100m^3) entre abril/01 a abril/02. As densidades foram baixas, quando comparadas às de áreas oceânicas, registradas por MAFALDA Jr. & LINS (1998), no Atol das Rocas e Fernando de Noronha (4,7 ovos/ 100m^3 e 78 larvas/ 100m^3), na zona oceânica entre Salvador e João Pessoa (47 ovos e 46 larvas/ 100m^3). Em zonas costeiras, EKAU & WESTHAUS-EKAU (1996) registraram densidades de ovos e larvas, 114 a 262 ovos/ 100m^3 de 22 a 154 larvas/ 100m^3 , respectivamente, nos canais do estuário de Itamaracá, norte do estado de Pernambuco.

A análise de Correspondência Canônica, aplicada aos dados de frequência de ocorrência de ovos e larvas espaço-temporal, explicou 71% da variabilidade, demonstrando,

de forma geral, uma tendência à homogeneidade. Entretanto, foi possível associar a ocorrência de ovos e de larvas na estação 4 com os meses de novembro e abril/01, respectivamente.

Segundo HAEDRICH (1983), a ocorrência de espécies costeiras em regiões costeiras semi-fechadas, como estuários, baías e lagunas, deve-se ao fato desses ambientes apresentarem características semelhantes às águas costeiras. As principais famílias encontradas nesses ecossistemas, em zonas tropicais, são: Clupeidae, Engraulidae, Mugillidae, Sciaenidae, Gobiidae e Soleidae. No estuário de Itapessoca, os táxons identificados são comuns aos citados por HAEDRICH (op. cit.), com exceção de Mugillidae e Soleidae, tendo-se identificado outras famílias como: Atherinopsidae, Hemiramphidae, Belonidae, Syngnathidae, Triglidae, Blenniidae, Carangidae, Centropomidae, Chaetodontidae, Eleotridae, Gerreidae, Microdesmidae, Sciaenidae, Sparidae, Tetraodontidae, Diodontidae. BONECKER (1997), na baía de Guanabara, identificou 35 famílias ictioplanctônicas, sendo 13 destas comuns ao estuário de Itapessoca, não tendo registrado Centropomidae, Microdesmidae, Chaetodontidae, Belonidae, Sciaenidae e Diodontidae, também presentes no referido estuário.

Entre as famílias encontradas no estuário de Itapessoca, deve-se destacar a ocorrência de exemplares de Microdesmidae, que constitui um grupo pouco conhecido. ESKINAZI (1972a) relatou a ocorrência de dois exemplares de *Microdesmus longipinnis* no estuário de Barra de Jangada e no rio Capibaribe, Recife.

Levantamento da ictiofauna do canal de Santa Cruz, litoral norte de Pernambuco (ESKINAZI, 1972b), registrou a ocorrência de 81 espécies, distribuídas em 38 famílias. As mais abundantes em número de espécies foram Gerreidae (9), Engraulidae (7), Carangidae (5), sendo Engraulidae uma das mais representativas, tanto em número de espécies como em abundância.

Várias são as categorias utilizadas por diversos autores para classificar as espécies no ambiente aquático. Dentre eles pode ser citado DAJOZ (1983), que classifica os táxons como constantes, acessórios e acidentais, baseado na frequência de ocorrência, ou seja, presença e ausência. Este índice foi aplicado à comunidade ictioplanctônica do estuário de Itapessoca, em relação aos meses e às estações, demonstrando que a maioria das famílias presentes no estuário foram constantes. O índice de DAJOZ (1983) tem sido ultimamente discutido quanto à acuidade na representação real composição da comunidade em estudo, pois, como destacado acima, considera apenas a presença e ausência sem ponderar a frequência de ocorrência dos indivíduos em cada táxon. Por esta razão, utilizou-se também o índice de INDVAL, que considera ainda a frequência de ocorrência. Desta forma, constou-se a importância das famílias no estuário de Itapessoca, destacando-se Engraulidae (69,53%), Eleotridae (7,73%) e Gobiidae (6,52%). A alta representatividade da família Engraulidae está de acordo com o levantamento da ictiofauna na região próxima (ESKINAZI, 1972b).

De acordo com HAEDRICH (1983), clupeídeos são menos abundantes em baixas latitudes, onde são substituídos por engraulídeos. No estuário Caeté, no norte do Brasil, Engraulidae compreendeu 41,9% do total do ictioplâncton capturado, enquanto a família Clupeidae apenas 2,8% (BARLETTA-BERGAN et al., 2002).

A distribuição do número de táxons é, em geral, o meio mais simples para se caracterizar uma distribuição de abundância. O índice de diversidade mais utilizado é o de Shannon-Wiener, que considera a abundância relativa dos diversos táxons.

O maior valor estimado desse índice ($H' = 0,72 \text{ decits.ind.ind}^{-1}$ igual a $1,65 \text{ nits.ind.}^{-1}$) no estuário de Itapessoca pode ser considerado baixo em relação a outros estuários. Os valores máximos de diversidade para a lagoa do Patos foi de $1,82 \text{ nits.ind.}^{-1}$ (WEISS, 1981), para a baía do Espírito Santo foi de $2,81 \text{ nits.ind.}^{-1}$ (BONECKER et al., 1991) e para o estuário do rio Mucuri foi de $4,91 \text{ nits.ind.}^{-1}$.

Os valores de equitabilidade estimados para o referido estuário demonstram que os táxons não estão equitativamente distribuídos ao longo do estuário, ocorrendo predomínio da família Engraulidae em relação às demais.

A análise de Correspondência aplicada aos táxons (famílias) explicaram 61% das variâncias; apesar de não ter uma explicabilidade elevada, foi possível constatar a tendência à homogeneidade dos táxons, tanto em relação às estações de coleta quanto aos meses.

Com base no conjunto de dados analisados no presente trabalho, constatou-se que o complexo estuarino de Itapessoca, no período estudado, caracterizou-se como um ambiente rico em fosfato, com altos valores de alcalinidade que podem mostrar tendência à pH alcalino; as concentrações de clorofila-*a* foram condizentes com as de ambientes produtivos, mas os baixos teores de nitrito, nitrato e amônia podem ser indicativos de que o nitrogênio é o fator limitante da produtividade local, refletindo-se nos baixos índices de ocorrência de organismos ictioplanctônicos.

7 CONCLUSÃO

De modo geral, foi possível constatar pela Análise dos Componentes Principais a tendência à homogeneidade das variáveis físicas, químicas e biológicas no estuário de Itapessoca, quanto aos meses e às estações. Foi constatada uma tendência à sazonalidade, associados aos valores de temperatura. A Análise Discriminante aplicada ao conjunto das estações permitiu identificar as estações 3 e 4 como significativamente diferentes das demais, o que pode estar associado à localização dessas estações na porção mais interna do estuário, sujeitas às influências das descargas dos rios que transportam material em suspensão.

Os ovos e as larvas estiveram presentes em todos os meses de coleta e estações, demonstrando homogeneidade em todo sistema estuarino. Os valores estimados de densidade de ovos e larvas foram baixos quando comparados com outros ambientes estuarinos tropicais.

Apesar de o estuário de Itapessoca estar em um estado de considerável integridade, os valores do índice de diversidade encontrados foram baixos, quando comparados aos de outras regiões. Esta diversidade baixa é explicada pela dominância marcante da família Engraulidae, em todos os meses e estações de coleta.

Constatou-se que o ambiente caracterizou-se como sendo rico em fosfato, com altos valores de alcalinidade que podem mostrar tendência à pH alcalino; as concentrações de clorofila-*a* foram condizentes com as de ambientes produtivos, mas os baixos teores de nitrito, nitrato e amônia podem ser indicativos de que o nitrogênio é fator limitante da produtividade local, refletindo-se nos baixos índices de ocorrência de organismos ictioplanctônicos no complexo estuarino de Itapessoca.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABLE, K. W.; FAHAY, M.P. **The first year in the life of estuarine fishes in the Middle Atlantic Bight**. New Jersey : Rutgers University Press. 1998. 342p
2. AHLSTROM SYMPOSIUM. **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. 1983
3. ALMEIDA, Z. S.; VASCONCELOS FILHO, A. L. Contribuição ao conhecimento de peixes Pleuronectiformes da área de Itamaracá – PE (Brasil). **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**, Recife, v. 25, p. 69-82, 1997.
4. AZEVEDO, S.B.; GUEDES, D. S. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco-Brasil. X novas ocorrências de peixes. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**, Recife. V.15, p. 331-342, 1980.
5. BARROS-FRANCA, L.M. **Composição e aspectos ecológicos do fitoplâncton do rio Botafogo (PE)**. Recife, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1980. 118 p.
6. BARLETTA-BERGAN, A., BARLETTA, M. AND SAINT-PAUL, Structure and seasonal dynamics of larval; fish in the Caeté river estuary in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.54, p 193-206, 2002.
7. BONECKER, A.C.T.; DIAS, A. S. O ictioplâncton da Baía do espírito Santo (ES). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 2. 1986, Salvador, p.35 **Resumo**. 1986. p.35
8. BONECKER, A.C.T.; Caracterização do ictioplâncton na entrada da baía de Guanabara (RJ). São Carlos, Universidade federal de São Carlos 1997. 152p. (Doutorado)
9. BONECKER, S.L.C.; et al. Ecological studies at Espírito Santos Bay, Brazil. zooplankton communities. In: MAGOON; .O. **Coastal Zone**. American Society of Civil Engineers, 1991. v. 4, p. 3268-3278.
10. BRANDINI, F.P. et al. **Planctologia na plataforma continental do Brasil.I:** diagnose e revisão bibliográfica. MMA/CIRM/FEMAR. 1997. 196 p.
11. CAÑIZARES, S.; MUELBERT, J.H. Ictioplâncton do canal de acesso dos estuários de rio Tramandaí e da lagoa dos Patos. XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, Porto Alegre, **Resumo**. 1996. p.162

12. BRYON, M.E.Q.. **Desenvolvimento urbano X meio ambiente**: a relação do espaço urbano com os recursos naturais permanentes. O caso das áreas Estuarinas da Região Metropolitana do Recife (RMR). Recife, 1994. 194 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano e Regional) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1994.
13. COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE (CPRH)/UFPE-LGGM. **Diagnóstico sócio-ambiental do litoral norte de Pernambuco**. Recife: CPRH/GERCO, 2001. (Mimeo). p.211.
14. CASTELO, J.P.; KRUG, L.C. Distribution, growth and spawning groups of the manjuba (*Lycengraulis grossidens*) in the estuary of the lagoa dos Patos – Rio Grande do Sul – Brazil Atlântica, Rio Grande, v.3, p. 33-46, 1978.
15. CASTRO, A.C.L.; BONECKER, A.C.T.. Ocorrência de larvas de peixe no sistema estuarino do rio Mucuri. **Arq. Biol. Tecnol.** v.39, n.1, p. 171-185, 1996.
16. CAVALCANTE, L. B., MACÊDO, S. J.; PASSAVANTE, J.Z.O. Estudos ecológicos da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil. XXI. Caracterização do Canal de Santa Cruz em função dos parâmetros físico-químicos e pigmentos fotossintéticos. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**, Recife, v.16,n. 157-226, 1981.
17. COELHO, P.A., TORRES, M.F.A. Áreas estuarinas de Pernambuco . **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**. Recife, v.17, n.67-80, 1982.
18. DANDO, P. R. Reproduction in estuarine fish. In: **Fish Reproduction** Potts, G. W. & Wotton, R. J. (eds). American Press, 1984. p. 155–170.
19. DAY JR, J. W., et al. **Estuarine Ecology**. New York: John Willey, Sonsn, 1989.558p.
20. DE LAFONTAINE, Y. Distribution and abundance of ichthyoplankton in the Manicouagan River Estuary, a tributary of the lower St. Lawrence Estuary. **Estuaries**. v.13, p. 43–50, 1990
21. DEEGAN, L. A.; THOMPSON, B.A The ecology of fish communities in the Mississippi River deltaic plain. In: **Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration** (Yáñez-Arancibia, A., ed.). Editorial Universitaria, UNAM-PUAL-ICML, Mexico, D.F., pp. 35–56. . 1985
22. DAJOZ, R. Ecologia geral 3.ed. Petrópolis: vozes, 1983. 474p
23. EKAU, W.; WESTHAUS-EKAU, P.; MEDEIROS, C. Large scale distribution of fish larvae in the continental shelf waters off North-East Brazil. **Arch. Fish. Mar. Res.** v.47, n.2/3, p.183-200, 1999.
24. ESKINAZI, A.M. Ocorrência de *Microdesmus Longipinnis* (Weymouth) (Pisces: Microdesmidae) para o Brasil. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE.**, Recife, v. 13: p. 303 -306. 1972a.

25. ESKINAZI, A. M., Peixes do Canal de Santa Cruz – Pernambuco – Brasil. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**, Recife. v.13, p. 283-302, 1972b
26. FAHAY, M. P. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Capes Hattera to the Southern Scotial Shelf. **J. Northw. Atl. Fish Sci.**, v. 4, p.419, 1983.
27. FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE **Proteção de áreas estuarinas de Pernambuco**. Recife: FIDEM, 1987. (Série Desenvolvimento Urbano e Meio ambiente).
28. GAUGHAN, D. J., et al. Composition, seasonality and distribution of ichthyoplankton in the Lower Swan Estuary, south-western Australia. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research** v.41, p. 529–543, 1990.
29. GIBB, B.P.T. (Ed) **Methods of seawater analysis**. Verlag Chem. Ser., 147:238p. 1974.
30. HAEDRICH, R.L. 1983. Estuarine fishes. In: KETCHUM, B.H. (Ed.). **Estuaries and enclosed seas**. Elsevier Publishing, 1983. p.183-207. (Ecosystems of the world; 26)
31. HARRIS, S. A.; CYRUS, D.P. Occurrence of larval fishes in the St. Lucia Estuary, KwaZulu-Natal, South Africa. *South African Journal of Marine* 16, 333-350. 1995a
32. HEMPEL, G. **Early life history of marine fish: The eggs stage**. Washington: Sea Grant Publication, 1973. 70p.
33. KATSURAGAWA, M. et al. 1993. O ictioplâncton ao largo de Ubatuba, SP: composição, distribuição e ocorrência sazonal (1985-1988). **Publ. Esp. Inst. Oceanogr.** S. Paulo, v. 10, p.85-121.
34. KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. (Ed.) **Methods of seawater analysis**. Verlag Chemie Weinheim, 1976. p.117-187.
35. LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA **Macrozoneamento costeiro do litoral de Pernambuco ilha Itamamaracá (SB.25-Y-C-VII)**. Recife, LGGM/UFPE, 1992. (Mimeo).
36. LEGENDRE, L.; LEGENDRE, P. **Ecologie Numérique**. 1: le traitement multiple des données écologiques 2.ed. Masson Presses de l'Université du Quebec, 1984. 260p. (Collection d'écologie, 12).
37. LEIS, J. M.; TRNSKI, T. **The larvae of Indo-Pacific Shorefishes**. Hawaii. University of Hawaii Press, 1989. 371p.
38. LIPPSON, A. J.; MORAN, R. L. **Manual for identification of early development stages of fishes of the potomac river estuary**. 1974. 282p.

39. LIRA, L. **Geologia do Canal de Santa Cruz e praia submarinha adjacente à ilha de Itamaracá - PE**. 1975. 107p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade do Rio Grande do Sul. 1975
40. MACÊDO, S.J.; COSTA, K.M.P. 1990. Condições hidrológicas do estuário do - Rio Igarassu, Itamaracá, Pernambuco. **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE**, v. 21, p. 7-32, 1990.
41. MACEDO, S.J.; COSTA, K.M.P. Hidrologia. In: ESKINAZI-LEÇA, E. (Ed.) **Hidrologia e plâncton na plataforma continental de Pernambuco**. Recife: UFPE/ Departamento de Oceanografia, 1988. p.14-28. Relatório Técnico Científico.
42. MACEDO, S.J.; MONTES, M. J. F.; LINS, I. C. Características abióticas da área. In: **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Ed. Universitária. 2000. p. 252.
43. MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. London: Scient. Public., v. 36. 1978, p.12.
44. MAFALDA, JR., P.O. Ictioplâncton do complexo estuarino lagunar Mundaú-Manguaba- AL. *XVIII Congresso Brasileiro de Zoologia*, Salvador. P.536 (em resumo) 1991
45. MAFALDA JR, P.O. Distribuição e abundância do ictioplâncton da costa norte da Bahia e suas relações com as condições oceanográfica. Rio Grande, Universidade Federal do Rio Grande, 2000. 134p.
46. MAFALDA JR, P.; LINS, N.M.. **Oceanografia Biológica**. (relatório do SCORE NORDESTE REVIZEE), 1998.
47. MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 179p.
48. MATARESE, A. C., et al. **Laboratory guide to early life history stages of Northeast Pacific fishes**. U.S. Department of Commerce., NOAA Technical Report NMFS80: p.1-652, 1989.
49. MATSUURA, Y. ; SATO, G. Distribution and abundance of scombrid larvae in southern brazilian waters, **Bulletin of Marine Science**, v.31,n.4, p. 824-832, 1989.
50. MATSUURA, Y.. A study of the life history of Brazilian Sardines, *Sardinella brasiliensis*. II. Spawning in 1970 and 1971.. **Bol. Inst. Oceanogr**, São Paulo, v.24, p.1-16, 1975a

51. MATSUURA, Y.. A study of the life history of Brazilian Sardines, *Sardinella brasiliensis*. III. Development of sardine larvae. **Bolm. Inst. Oceanogr.** São. Paulo, v. 24, p. 17-29, 1975b.
52. MATSUURA, Y.. A study of surface currents in the spawning area of the life brasilian sardine. **Bolm. Inst. Oceanogr.** São. Paulo, v. 24, p. 31-44, 1975c.
53. MATSUURA, Y.. A study of the life history of Brazilian Sardines, *Sardinella brasiliensis*. I. Distribution and abundance of sardine eggs in the region of Ilha Grande, RJ. **Bol. Inst. Oceanogr.** São Paulo, v.20, p. 33-60, 1971.
54. McHUGH, J.L. Estuarine nekton. In: Lauff, G.H., (Ed) Estuaries. American Association for the Advancement of Science, Washington, DC, U.S.A. pp. 581-620, 1967
55. MEDEIROS, C. Q.; KJERFVE, B. Hydrology of a tropical estuarine system: Itamaracá, Brazil. Est. **Coast Shelf Sci.** v.36, p. 415- 495, 1993.
56. MELO, H.N.S. **Estudos das variações de alguns parâmetros hidrológicos no estuário do rio Botafogo, Pernambuco – Brasil. Recife.** Dissertação (Mestrado Departamento de Química) Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco, 1980. 118p.
57. MELVILLE-SMITH, R. & BAIRD, D. Abundance, distribution and species composition of fish larvae in the Swartkops estuary. **South African Journal of Zoology** v. 15, p.72–78, 1980.
58. MOSER, H.G.. Morphological and functional Aspects of Marine Fish Larvae. In: Reaben Lasker (Ed.) **Marine fish larvae. morphology, ecology, and relation to fisheries.**
59. MUELBERT, J.H.; G. WEISS. Abundance and distribution of fish larvae in the channel area of the Lagoa dos Patos estuary, Brazil. 13th Larval Fish Conference. AFS/ELHS. Mérida, México. 1989, p. 91.
60. NASCIMENTO, D.A. Composição e distribuição do zooplâncton no estuário do rio Botafogo, Itamaracá-PE. Curitiba. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná, . 1980. 108p
61. NEIRA, F. J., MISKIEWICZ, A.G., TRNSKI T.. Larvae of temperate Australian fishes: laboratory guide for larval fish identification. **University of Western Australia Press.** 1998. 467p.
62. NEIRA, F. J.; POTTER, I. C. The ichthyoplankton of a seasonally closed estuary in temperate Australia: does an extended period of opening influence species composition? **Journal of Fish Biology** v.41, p. 935–953, 1992.
63. NUSCH, E. A. Comparation of diferent methods for chlorophyll and phaepigment determination. *Asch Hydrobiol. Bei. Ergebn. Limnol.*, v.14, p. 14-36, 1980.

64. ODUM, E.P. **Fundamentos de ecologia**. 4. ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbekian, 1971. 927p.
65. OKUDA, T.; NOBREGA, R. Variação do pH, oxigênio dissolvido e consumo de permanganato em Barra de Jangadas. **Trab. Inst. Biol. Mar. Oceanogr. Univ. Recife**, v. 2, n.1, p.193-206, 1960.
66. PARIN, N.. Ichthyofauna of the epipelagic zone. Israel Program. Sci. Trasl. 1968
67. PASSAVANTE, J.Z.O.; KOENING, M. L.. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco-Brasil. XXVI. Clorofila a e material em suspensão no estuário do rio Botafogo. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**, Recife. v.18, p. 207-230, 1984.
68. PASSAVANTE, J.Z.O. et al. Variação da clorofila e do fitoplâncton na Plataforma Continental de Pernambuco. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**. v20, p. 145-154, 1989.
69. PIELOU, E.C.. **The interpretation of Ecological Data: a primer on classification and ordination**. New York: Wiley, 1984. 263p.
70. PRITCHARD, D.W. What is an estuary: physical viewpoint. In: LAUFF, G.H. (Ed) **Estuaries**. Washington: American Association for the Advancement of Science, 1967. p. 3-5
71. RÉ, P. Ictioplâncton do estuário Do Tejo. resultados de 4 anos de estudos (1978-1981) **Arq. Mus. Boc. Série A**, v.2,n.9, p. 145-174, 1984.
72. RÉ, P. M.A.B **Ictioplâncton Estuarino da Península Ibérica (Guia de Identificação dos ovos e estados larvares planctônicos)**. Portugal: Europam, 1999. 163p
73. RAO. V.B., LIMA, M.; FRANCHITO, S.H. Seasonal and interannual variations of rainfall over Eastern Northeast Brazil. **Journal of Climate**, v.6, p.1754-1763, 1993.
74. RÖPKE, A. et al. Abundance and distribution of tuna and other fish larvae (LEG 4: Analysis of small scale patterns in distribution, productivity and dynamics of phyto-, microzoo-, and macrozooplankton in the area of oceanic banks, islands and rocks off Northeast Brazil. In: Ekau, W. & Knoppers, B. (Ed.) Sedimentation process and productivity in the continental shelf waters off East and Northeast Brazil. JOPS-II – Cruise Report and First Results: 49-60, 1996.
75. SINQUE, C. Distribuição do ictioplâncton na região de Cananéia e descrição de larvas de Sciaenidae. São Paulo: EDUSP, 1977.127p.
76. SINQUE, C. Larvas de Sciaenides (Teleostei) identificadas na região estuarina lagunar de Cananéia. **Bol. Zool. São Paulo**, São Paulo, v.5, p.39-77,1980.

77. SINQUE, C.; KOBLITZ, S.; COSTA, L.M. Ictioplâncton do complexo estuarino-baía de Paranaguá e adjacências (25°10'S -25°35'S e 48°10'W – 48°45'W), Paraná, Brasil – I – Aspectos gerais. **Arq. Biol. Tecnol.**, Curitiba, v.25, n. ¾, p. 279-300, 1982.
78. STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R. **A manual of sea water analysis**. Ottawa, Fish. Res. Borad Canada, 1965. 202p.
79. VASCONCELOS FILHO, A. L.; ACIOLI, F. D.; GUEDES, D. de S.. Peixes do estuário do rio Paripe (Itamaracá-PE). **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**. Recife, v.23, p. 65-77, 1994/95
80. VASCONCELOS FILHO, A. de L.; OLIVEIRA, A.M. E. de O. Ictiofauna. *In*. **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Editora Universitária. 2000. 252p..
81. WEISS,G; KRUG, L.C. Características do desenvolvimento e metamorfose de *Lycengraulis olidus* (Engraulidae) e *Brevoortia pectinata* (Clupeidae) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, v.2, n.1, p. 83-117, 1977.
82. WEISS G.; MUELBERT J.H. Ictioplâncton do estuário da lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul. *Atlântica*, Rio Grande, v. 2, n.3, p. 1-18, 1980.
83. WEISS, G.; SOUZA, J.A.F. Estudo comparativo preliminar de pós-larvas e juvenis das três espécies de Engraulidae da costa sul do Brasil, Uruguai e Argentina. *Atlântica*, rio Grande, 2(1):1-20. (1977 E 1980) 1977
84. WEISS,G. Ictioplâncton del estuário de Lagoa dos Patos, Brazil. Argentina, Universidade Nacional de la Plata. 1981.164p.
85. WEISS, G. O ictioplâncton do estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, v.5, n.2, p. 1- 128, 1982.
86. WHITFIELD, A. K. Life-history syles of fishes in South African estuaries. **Environmental Biology of Fishes** v.28, p.295–308, 1990.
87. WHITFIELD, A. K. An estuary-association classification for the fishes of southern Africa. **South African Journal of Science** v. 90, p. 411–417, 1994a
88. WHITFIELD, A. K. Biology and ecology of fishes in Southern African Estuaries. **Ichthyological Monographs of Smith Institute of Ichthyology**. n. 2, 223 p. 1998
89. YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. **Ecologia de la zona costeira**. Mexico: A.G.T. Editor, 1986. 189p.
90. ZAR,J.H. **Biostatistical Analysis** – 4th Edition. Upper Saddle River, prentice-Hall, 663. 1999.