

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIA ANIMAL  
**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -**  
AMAZÔNIA ORIENTAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

ANDRÉA PONTES VIANA

**ICTIOFAUNA COMO INDICADORA DA QUALIDADE  
AMBIENTAL NA BAÍA DO GUAJARÁ (BELÉM-PA),  
ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

Belém  
2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIA ANIMAL  
**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -**  
AMAZÔNIA ORIENTAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

ANDRÉA PONTES VIANA

**ICTIOFAUNA COMO INDICADORA DA QUALIDADE  
AMBIENTAL NA BAÍA DO GUAJARÁ (BELÉM-PA),  
ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental e da Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

Orientadora: Prof. Dra. Flávia Lucena Frédou

Co-Orientador: Prof. Dr. Thierry Frédou

Belém  
2006

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIA ANIMAL  
**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –**  
AMAZÔNIA ORIENTAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

ANDRÉA PONTES VIANA

**ICTIOFAUNA COMO INDICADORA DA QUALIDADE  
AMBIENTAL NA BAÍA DO GUAJARÁ (BELÉM-PA),  
ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental e da Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

Data : \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Profa. Dra. Flávia Lucena Frédou -  
Orientadora  
Universidade Federal do Pará

---

Profa. Dra. Rossineide Martins da Rocha  
Universidade Federal do Pará

---

Profa. Dra. Sigrid Neumann-Leitão  
Universidade Federal de Pernambuco

Belém  
2006

**PARA:**

**Meus pais, Antonio e Raimunda Nazaré, meus irmãos, Ândrea, Giovanne, Adriana e Nayara, pelo apoio que sempre me deram e por cuidarem tão bem de meu pequeno tesouro;**

**Ao meu filho, Bruno Henrique, por ser o motivo de continuar minha caminhada nas horas mais difíceis.**

**COM MUITO AMOR,  
DEDICO E OFEREÇO.**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores: Profa. Dra Flávia Lucena Frédou e Prof. Dr. Thierry Frédou, pela amizade, paciência, críticas e sugestões durante a elaboração deste trabalho.

Ao Diogo, por ter sido essencial na finalização deste trabalho me ajudando neste período, em especial, tão complicado de minha vida.

A toda equipe do Laboratório de “Dinâmica, Avaliação e Manejo dos Recursos Pesqueiros” que esteve nas coletas de dados, principalmente aos alunos de graduação em Oceanografia Neuciane Barbosa e Márcio Raiol que, juntamente comigo, participaram das análises dos dados.

Ao Prof. Marcelo Ferreira Torres pela identificação taxonômica das espécies de peixes.

Ao grupo de pesquisa do “Laboratório de Hidroquímica” que participou das coletas e forneceu os dados abióticos da água.

Ao grupo do “Laboratório de Oceanografia Geológica” que participou das coletas e forneceu os dados de sedimentos.

Ao Bruninho, meu filho querido, por ser minha fonte de incentivo para continuar seguindo em frente.

À minha família, pelo apoio nos momentos difíceis, pela compreensão durante minha ausência e por ter assumido uma responsabilidade que é minha.

Ao Conselho Nacional de desenvolvimento científico e tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto o qual este trabalho faz parte

À fundação “Gordon e Betty Moore” através do “Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB)”, pela concessão da bolsa de estudo para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.



PROGRAMA  
**Boca**



### **O tempo e a duração**

*Para tudo há momento e tempo para cada coisa sob o céu:*

*Tempo de dar à luz e tempo de morrer;*

*Tempo de plantar e tempo de arrancar o que se plantou;*

*Tempo de matar e tempo de curar;*

*Tempo de destruir e tempo de construir;*

*Tempo de chorar e tempo de rir;*

*Tempo de lamentar e tempo de dançar;*

*Tempo de atirar pedras e tempo de juntar pedras;*

*Tempo de abraçar e tempo de evitar o abraço;*

*Tempo de procurar e tempo de perder;*

*Tempo de guardar e tempo de jogar fora;*

*Tempo de rasgar e tempo de costurar;*

*Tempo de calar e tempo de falar;*

*Tempo de amar e tempo de odiar;*

*Tempo de guerra e tempo de paz...*

*...Deus faz tudo belo em seu tempo,*

*e dá ao coração humano até o sentido do tempo,*

*sem que o homem possa descobrir a obra que Deus faz do começo ao fim.*

*Sei que não há nada melhor para o homem*

*que alegrar-se e fazer o que é bom na vida.*

## RESUMO

A Baía do Guajará (Região Metropolitana de Belém-PA) faz parte do estuário Amazônico e é o acidente geográfico que mais sofre com a influência urbana. Com base nisto objetivou-se neste trabalho realizar um estudo sobre as condições de sanidade da zona estuarina da Baía do Guajará, diagnosticando o efeito dos lançamentos de efluentes na qualidade do corpo hídrico utilizando a ictiofauna como indicador ecológico. Foram selecionadas cinco estações de coletas considerados contaminadas (4 localizadas no canal principal e 1 nos igarapés) e três referências (2 no canal principal e 1 no igarapé) que foram visitados em 4 ocasiões para coleta da ictiofauna e parâmetros ambientais. Foram capturados 567 indivíduos de 40 espécies, a maioria foi Siluriformes. A abundância relativa em número (CPUE<sub>n</sub>) no canal principal apresentou maiores valores em dezembro (S/C). Nos igarapés foi observada variação significativa entre as estações de coleta. A maioria das espécies, tanto nos igarapés como canal principal foram consideradas acessórias e ocasionais. Esta fauna visitante utiliza a área para reprodução, berçário e alimentação. Esta escolha se deve à disponibilidade alimentar e a possibilidade de obter refúgio contra predadores e parasitas. Quanto à diversidade, no canal principal, os resultados foram semelhantes entre os períodos e estações de coletas não apresentando variação significativa. Nos igarapés houve variação significativa apenas para as estações de coleta. Através da análise multivariada foi observado que houve uma distinção da ictiofauna que habita o canal principal da baía do Guajará da que habita os igarapés. As espécies capturadas no canal em grande parte apresentaram hábitos migratórios, movimentando-se

entre os ambientes límnico-estuarino e estuarino-costeiro. Já nos igarapés a maioria apresentou hábito límnico, com indivíduos que realizam apenas pequenas migrações dentro dos igarapés. Para o canal principal a coleta de dezembro apresentou diferença altamente significativa. Nos igarapés houve variação significativa entre as estações de coleta. A análise do BIO-ENV não identificou nenhum fator abiótico podendo influenciar a estrutura da ictiofauna. Apesar de os resultados terem mostrado que a ictiofauna do canal não está sendo afetada diretamente pela contaminação urbana da cidade de Belém, registra-se, um fenômeno de bio-estimulação (fonte alimentar), que pode ser um sinal de início de poluição orgânica e pode provocar a eutrofização do ambiente podendo causar danos irreparáveis ao ambiente e à população que o utiliza.

**Palavras - chave:** Baía do Guajará, contaminação urbana, ictiofauna

## ABSTRACT

The Guajará Bay (Belém-PA Metropolitan Area) belongs to the Amazonian estuary and is the geographic accident that most undergoes urban influence. Thus, this work aimed to carry out a study on the health conditions of the estuarine zone of the Bay of the Guajará, by studying the impact of effluent direct release on the water quality using ichthyofauna as ecological indicator. Five stations, located in the main channel (4) and igarapés (very narrow arm of the river) (1) were considered contaminated and three references, 2 in main channel and 1 in the igarapé, were selected. Stations have been sampled 4 times along a year. A total of 567 individuals of 40 species have been captured, and the main taxa reported was Siluriforms. The relative abundance in number of individuals (CPUE<sub>n</sub>) at the main channel showed greater values in December (S/C). Significant catch variation was observed between stations of the Igarapé. The majority of species in igarapés as well as the main channel was considered as occasional. This visiting fauna uses the area for reproduction, nursery and feeding. This choice is due to the food and shelter availability. In terms of diversity, the main channel showed similar results between the periods and stations. The igarapés presented a significant difference between stations only. The multivariate analysis show a clear difference between the ichthyofauna inhabiting the main channel and the one caught in igarapés. The species captured in the channel presented, to a large extent, migratory habits, moving between limnological-estuarine and estuarine-coastal environments. Conversely, in igarapés, most species were freshwater species, with individuals carrying out only restricted migrations within the igarapé. Considering the main

channel, December (transition dry-rain season) catch was significantly different from others sampled periods. Igarapés catches varied significantly between seasons. The BIO-ENV analysis could not identify environmental factors that would be influencing community structure. We could not identify a direct impact on the fish community by pollutant release from the city of Belém. A bio-stimulation phenomenon is reported, and may be an initial warning for the potential organic pollution leading to the environment, eutrophication. This may cause irreparable damages for the environment and the population that utilizes this place as a resource.

**Keywords:** Guajará Bay, urban contamination, ichthyofauna

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Baía de Guajará, formada pelas confluências dos rios Guamá e Acará. (Fonte: CODEM. Elaboração LAENA-NAEA-UFPA)..... 30
- Figura 2** - Estação Icoaraci: (A) Urbanização nas margens da Baía; (B) Indústria pesqueira; (C) Indústria madeireira. .... 33
- Figura 3** - Estação controle denominada Ilha do Fortinho ..... 34
- Figura 4** - Estação Canal do Jacaré. (A) Canal do Una; (B) Área de Abastecimento de combustível..... 34
- Figura 5** - Estação Ver-o-Peso. (A) Ver-o-peso e (B) Estação das docas, localizados em frente à cidade de Belém..... 35
- Figura 6** - Estação Tucunduba: (A) Igarapé Tucunduba; (B) Indústria de aço e ferro..... 35
- Figura 7** - Estação Linhão do Tucuruí ..... 36
- Figura 8** - Estação Igarapé do Poema localizada as margem da baía do Guajará. .... 37
- Figura 9** - Estação Igarapé São Francisco localizado as margens da baía do Guajará. .... 37
- Figura 10** - Mapa de localização das coletas bióticas (em azul) e coletas abióticas (em vermelho) na Baía do Guajará. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **TU** – Tucunduba; **VP** – Ver-o-Peso; **PO** – Ig. do Poema; **SF** – Ig. São Francisco; **LT** – Linhão do Tucuruí. .... 39
- Figura 11** - Garrafa do tipo Van Dorn utilizada para coleta de água na baía do Guajará no período de dez/2005 a set/2006. .... 40
- Figura 12** - Pegador de fundo de aço inox do tipo *Van Veen* utilizada para coleta de sedimentos na baía do Guajará no período de dez/2005 a set/2006. .... 42
- Figura 13** – A: Rede de emalhar utilizada para coleta da ictiofauna no canal principal da baía do Guajará no período de dez/2005 a set/2006; B: Rede de tapagem utilizada nos igarapés nas margens da baía do Guajará no período de março/2006 a dez/2006..... 45
- Figura 14** - Estádio maturacional segundo a classificação de Vazzoler (1996): estágios A – imaturo; B – em maturação; C – maduro e D- desovado). .... 46
- Figura 15** - Escalas para o índice de repleção. 1 – vazio; 2 – parcialmente vazio; 3 – parcialmente cheio; 4 – cheio. .... 47

**Figura 16** - Famílias mais representativas na Baía de Guajará em número de espécies capturadas em dez/2005 a dez/2006. .... 59

**Figura 17** - Porcentagem em CPUEn (A) e em CPUEb (B) das espécies mais representativas no Canal da Baía de Guajará para entre as coletas de dez/2005 a set/2006. .... 65

**Figura 18** - Porcentagem em CPUEn (A) e em CPUEb (B) das espécies mais representativas dos Igarapés nas margens da baía de Guajará para entre as coletas de mar/2005 a dez/2006 ..... 66

**Figura 19** - Constância das espécies capturadas no canal principal. Constantes:  $c \geq 50\%$ ; Acessórias:  $25\% \leq c < 50\%$ ; Ocasionais:  $c < 25\%$ . ..... 67

**Figura 20** - Constância das espécies capturadas nos igarapés. Constantes:  $c \geq 50\%$ ; Acessórias:  $25\% \leq c < 50\%$ ; Ocasionais:  $c < 25\%$ . ..... 68

**Figura 21** - Relação freqüência por comprimento das espécies de peixes capturadas na baía do Guajará ..... 69

**Figura 22** - Abundância média das espécies por período de coleta em CPUEn (A) e CPUEb (B) capturadas na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. S/C: transição entre o período seco e período chuvoso; C: período chuvoso; C/S: transição entre o período chuvoso e período seco; S: período seco; ..... 70

**Figura 23** - Abundância relativa média por estação de coleta para a CPUEn (A) e CPUEb (B) da ictiofauna capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. CJ - Canal do Jacaré; IC – Icoaraci; IF – Ilha do Fortinho; TU – Tucunduba; VP – Ver-o-Peso. .... 71

**Figura 24** - CPUEn (A) e CPUEb (B) por período de coleta da ictiofauna capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006. S/C: transição entre o período seco e período chuvoso; C: período chuvoso; C/S: transição entre o período chuvoso e período seco; S: período seco; ..... 72

**Figura 25** - Abundância relativa média por estação de coleta para a CPUEn (A) e CPUEb (B) da ictiofauna capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006. .... 72

**Figura 26** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Anchoa spinifer* (sardinha arapaia) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. S/C: transição entre o período seco e período chuvoso; C: período chuvoso; C/S: transição entre o período chuvoso e período seco; S: período seco. .... 74

**Figura 27** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Anchoa spinifer* (sardinha arapaia) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006 por estação de coleta. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **TU** – Tucunduba; **VP** – Ver-o-Peso. .... 74

**Figura 28** – CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Ageneiosus* aff. *Ucayalensis* (mandubé) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco;..... 75

**Figura 29** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Ageneiosus* aff. *Ucayalensis* (mandubé) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006 por estação de coleta. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **TU** – Tucunduba; **VP** – Ver-o-Peso..... 76

**Figura 30** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Brachyplatystoma rousseauxii* (Dourada) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 77

**Figura 31** - CPUEb (A) CPUEn (B) de *Brachyplatystoma rousseauxii* (Dourada) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006 por estação de coleta. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **TU** – Tucunduba; **VP** – Ver-o-Peso..... 77

**Figura 32** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Lithodoras dorsalis* (bacu) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco. .... 78

**Figura 33** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Lithodoras dorsalis* capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006 por estação de coleta. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **TU** – Tucunduba; **VP** – Ver-o-Peso. .... 79

**Figura 34** - CPUEn (A) e CPUEb (B) *Plagioscion squamosissimus* (Pescada branca) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 79

**Figura 35** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Plagioscion squamosissimus* (Pescada branca) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006 por estação de coleta. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **TU** – Tucunduba; **VP** – Ver-o-Peso..... 80

**Figura 36** - Abundância relativa média para a *Pellona flavipinnis* (sarda) considerando a CPUEn (A) e a CPUEb (B), capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 81

**Figura 37** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Pellona flavipinnis* (sarda) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006, por esta de coleta. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **TU** – Tucunduba; **VP** – Ver-o-Peso..... 81

**Figura 38** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *C. inornata* (branquinha) capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006. **S/C**: transi entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transi entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 82

**Figura 39** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Curimata inornata* (branquinha) capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006, considerando as estaes de coleta. .... 83

**Figura 40** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Anchoa spinifer* (sardinha arapaia) capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006. **S/C**: transi entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transi entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 84

**Figura 41** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Anchoa spinifer* (sardinha arapaia) capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006, considerando as estaes de coleta. .... 84

**Figura 42** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Hypostomus plecostomus* (acari) capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006. **S/C**: transi entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transi entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 85

**Figura 43** - CPUEn (A) e CPUEb (B) da *Hypostomus plecostomus* (acari) capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006, considerando as estaes de coleta. .... 86

**Figura 44** - Porcentagem sazonal dos indivíduos que estão utilizando a baía do Guajará como berçário e para reproduo no canal e igarapés. **S/C**: transi entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transi entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco. .... 89

**Figura 45** - Distribuo em% das espécies que estão utilizando a baía do Guajará como berçário (crescendo) e reproduo considerando a esta de coleta..... 90

**Figura 46** - Porcentagem sazonal dos indivíduos que estão se alimentando no canal e igarapés da baía do Guajará. **S/C**: transi entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transi entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 92

**Figura 47** - Distribuição em% das espécies que estão se alimentando na baía do Guajará considerando a estação de coleta. .... 92

**Figura 48** - Riqueza das espécies observada (A) e através do índice de Margalef (B) para os períodos climáticos na baía do Guajará no período de dez/2005 a dez/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 93

**Figura 49** - Riqueza média observada (A) e de Margalef (B) para o canal principal na baía do Guajará de dez/2005 a set/2006, entre os períodos climáticos. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 94

**Figura 50** - Riqueza observada (A) e de Margalef das espécies nos igarapés localizados as margens da baía do Guajará entre os meses de mar/2006 a dez/2006 para os períodos climáticos. .... 94

**Figura 51** - Riqueza observada (A) e de Margalef (B) das espécies para as estações de coletas localizadas no canal da baía do Guajará entre dez/2005 a set/2006. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **TU** – Tucunduba; **VP** – Ver-o-Peso..... 95

**Figura 52** - Riqueza observada (A) e de Margalef (B) das espécies para as estações de coletas localizadas nos igarapés localizados as margens da baía do Guajará entre os meses de mar/2006 a dez/2006. .... 96

**Figura 53** - Índice de diversidade de Shannon para a ictiofauna na baía do Guajará nos diferentes períodos climáticos. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 96

**Figura 54** - Índice de Diversidade de Shannon no canal principal e igarapés localizados na baía do Guajará, considerando os períodos climáticos. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 97

**Figura 55** - Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) para as estações de coleta localizadas no canal (A) e nos igarapés (B) localizados na baía do Guajará... 98

**Figura 56** - Abundância das espécies através do índice de Simpson para a baía do Guajará. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 99

**Figura 57** - Abundância das espécies no canal principal (A) e para os igarapés (B) localizados na baía do Guajará através do índice de Simpson para os períodos climáticos. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**:

período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco..... 99

**Figura 58** - Abundância das espécies para as estações de coletas no canal principal (A) e nos igarapés (B) localizados na baía do Guajará, através do índice de Simpson..... 100

**Figura 59** - Eqüitabilidade da ictiofauna na baía do Guajará para os períodos sazonais pelos índices de Pielou (A) e Hill (B). **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco. .... 101

**Figura 60** - Eqüitabilidade de Pielou (A) e de Hill (B) da ictiofauna no canal principal localizado na baía do Guajará entre os períodos sazonais. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco. .... 102

**Figura 61** - Eqüitabilidade de Pielou (A) e de Hill (B) da ictiofauna nos igarapés localizados as margens da baía do Guajará para os períodos sazonais. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco. .... 102

**Figura 62** - Eqüitabilidade estimada pelo índice de Pielou (A) e Hill (B) para as estações de coletas localizadas no canal da baía do Guajará..... 103

**Figura 63** - Eqüitabilidade estimada pelo índice de Pielou (A) e Hill (B) para as estações de coletas localizadas nos igarapés, as margens da baía do Guajará. .... 103

**Figura 64** - Análise de agrupamento e de ordenação para CPUEn considerando os ambientes de coleta. **CA** – Canal; **IG** – Igarapé..... 104

**Figura 65** - Análise de agrupamento e de ordenação para CPUEb considerando os ambientes de coleta. **CA** – Canal; **IG** – Igarapé..... 105

**Figura 66** - Análise de agrupamento (A) e ordenação (B) para o canal principal por período de coleta considerando a CPUEn. **D(S/C)** - Dezembro (transição entre o período seco e período chuvoso); **M(C)** – Março (período chuvoso); **J(C/S)** – Junho (transição entre o período chuvoso e período seco); **S(S)** – Setembro (período seco). A área pontilhada no cluster refere-se a coleta realizada em dezembro (S/C) e que foi significativamente diferente das demais. **CJ** – Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **VP** – Ver-o-Peso; **LT** – Linhão do Tucuruí; **TU** – Tucunduba..... 108

**Figura 67** - Análise de agrupamento (A) e ordenação (B) para o canal principal por período de coleta considerando a CPUEb. **D(S/C)** - Dezembro (transição entre o período seco e período chuvoso); **M(C)** - Março (período chuvoso); **J(C/S)** - Junho (transição entre o período chuvoso e período seco); **S(S)** - Setembro (período seco). A área pontilhada no cluster refere-se a coleta realizada em dezembro (S/C) e que foi significativamente diferente das demais.  
..... 109

**Figura 68** - Análise de agrupamento (A) e ordenação (B) para a CPUEn entre as estações de coletas. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** - Icoaraci; **IF** - Ilha do Fortinho; **VP** - Ver-o-Peso; **LT** - Linhão do Tucuruí; **TU** - Tucunduba..... 111

**Figura 69** - Análise de agrupamento (A) e ordenação (B) para a CPUEb entre as estações de coletas. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** - Icoaraci; **IF** - Ilha do Fortinho; **VP** - Ver-o-Peso; **LT** - Linhão do Tucuruí; **TU** - Tucunduba..... 112

**Figura 70** - Análise de agrupamento (A) e ordenação (B) para os igarapés por período de coleta considerando a abundância relativa em CPUEn. **D(S/C)** - Dezembro (transição entre o período seco e período chuvoso); **M(C)** - Março (período chuvoso); **J(C/S)** - Junho (transição entre o período chuvoso e período seco); **S(S)** - Setembro (período seco)..... 113

**Figura 71** - Análise de agrupamento (A) e ordenação (B) para os igarapés por período de coleta considerando a abundância relativa em CPUEb. **D(S/C)** - Dezembro (transição entre o período seco e período chuvoso); **M(C)** - Março (período chuvoso); **J(C/S)** - Junho (transição entre o período chuvoso e período seco); **S(S)** - Setembro (período seco)..... 114

**Figura 72** - Análise de agrupamento (A) e de ordenação (B) para CPUEn entre as estações de coletas localizadas nos igarapés considerando o s períodos climáticos. PO - Igarapé do Poema; SF - Igarapé São Francisco. Dezembro (**S/C**): transição entre o período seco e período chuvoso; março (**C**): período chuvoso; junho (**C/S**): transição entre o período chuvoso e período seco; setembro (**S**): período seco..... 115

**Figura 73** - Análise de agrupamento (A) e de ordenação (B) para abundância relativa em CPUEb entre as estações de coletas localizadas nos igarapés considerando o s períodos climáticos. PO - Igarapé do Poema; SF - Igarapé São Francisco. SF dezembro (**S/C**): transição entre o período seco e período chuvoso; março (C): período chuvoso; junho (**C/S**): transição entre o período chuvoso e período seco; setembro (**S**): período seco..... 116

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Meses e período de coletas dos dados biológicos e abióticos coletados na baía do Guajará para os anos de dez/2005 a dez/2006. .... 38
- Tabela 2** - Espécies capturadas na Baía de Guajará para entre as coletas de dez/2005 a dez/2006, com% em número e% em peso específico e habitat. ... 60
- Tabela 3** - Organismos que estão utilizando a baía do Guajará como área berçário e reprodução. Ltotal-Comprimento total, Lmédio – comprimento médio. .... 87
- Tabela 4** - Organismos que estão utilizando a baía do Guajará como área de alimentação..... 91
- Tabela 5** - Contribuição em% e importância dentro do grupo (representada pela razão da dissimilaridade entre o desvio padrão – Diss/DV) das principais espécies responsáveis pela separação entre o canal principal e os igarapés. .... 106
- Tabela 6** - Análise do ANOSIM para os períodos de coleta..... 107
- Tabela 7** - Análise do Simper para a CPUE<sub>n</sub> discriminando a contribuição em% e importância dentro do grupo (representada pela razão da dissimilaridade entre o desvio padrão – Diss/DV) das principais espécies responsáveis pela separação dos agrupamentos da coleta feita em dezembro (S/C). .... 110
- Tabela 8** - Análise do Simper para a CPUE<sub>b</sub> discriminando a contribuição em% e importância dentro do grupo (representada pela razão da dissimilaridade entre o desvio padrão – Diss/DV) das principais espécies responsáveis pela separação do agrupamento da coleta feita em dezembro (S/C). .... 110
- Tabela 9** - Dados químicos da água por estação coleta e períodos climáticos. n.d. – não identificável..... 119
- Tabela 10** - Dados químico e granulométricos do sedimento por estação coleta e períodos climáticos..... 121

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>19</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>27</b>
<b>2.1. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>27</b>
<b>3. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>29</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>32</b>
4.1 PROCEDIMENTO DE CAMPO .....	32
<b>4.1.1 Área de Coleta .....</b>	<b>32</b>
4.2 COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS .....	40
<b>4.2.1 Coleta e processamento químico da água.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.2 Coleta e processamento do sedimento.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.3 Coleta e processamento da ictiofauna.....</b>	<b>43</b>
4.2.3.1 Pescarias.....	43
4.2.3.2 Processamento da ictiofauna .....	46
4.3. ANÁLISE DOS DADOS.....	47
<b>4.3.1 Frequência de ocorrência.....</b>	<b>47</b>
<b>4.3.2 Porte das espécies.....</b>	<b>48</b>
<b>4.3.3 Utilização do hábitat .....</b>	<b>48</b>
<b>4.3.4 Índices de abundância relativa: Captura por unidade de esforço (CPUE).....</b>	<b>49</b>
<b>4.3.5 Diversidade.....</b>	<b>50</b>
4.3.5.1. Riqueza específica .....	51
Riqueza observada .....	51
Riqueza de Margalef (D) .....	51
4.3.5.2 Diversidade.....	52
Índice de diversidade de Shannon (H') .....	52
4.3.5.3. Abundância Relativa.....	53
Índice de Simpson ( $\lambda$ ) .....	53
4.3.5.4 Equitabilidade .....	54
Índice de equitabilidade de Pielou- J' .....	54
Índice de diversidade de Hill .....	55
<b>4.4.6 Análise Multivariada.....</b>	<b>56</b>
5.4.6.1 Análise de agrupamento.....	56

4.4.6.2	Análise de ordenação - Multi-dimensional scaling (MDS).....	57
4.4.3.3	Análise SIMPER (Similarity Percentages) .....	57
4.4.6.5	Análise BIO-ENV (Biotic to Environmental) .....	58
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
5.1	COMPOSIÇÃO DA ICTIOFAUNA.....	59
5.2	ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS ESPÉCIES .....	70
5.2.1	<b>Ictiofauna .....</b>	<b>70</b>
5.2.1.1	Canal principal.....	70
5.2.1.2	Igarapés.....	71
5.2.2	<b>Principais Espécies.....</b>	<b>73</b>
6.2.2.1	Canal Principal.....	73
	<i>Anchoa spinifer</i> (Sardinha arapaia).....	73
	<i>Ageneiosus</i> aff. <i>Ucayalensis</i> (Mandubé).....	75
	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> (Dourada) .....	76
	<i>Lithodoras dorsalis</i> (bacu).....	78
	<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Pescada branca) .....	79
	<i>Pellona flavipinnis</i> (sarda).....	80
5.2.2.2	Igarapés.....	82
	<i>Curimata inornata</i> (branquinha) .....	82
	<i>Anchoa spinifer</i> (Sardinha arapaia).....	83
	<i>Hypostomus plecostomus</i> (acari).....	85
5.3	UTILIZAÇÃO DO HABITAT PELA ICTIOFAUNA COMO ÁREA DE BERÇÁRIO, REPRODUÇÃO E ALIMENTAÇÃO .....	86
5.4	– DIVERSIDADE .....	93
5.4.1	- Riqueza das espécies .....	93
5.4.2	- Diversidade.....	96
5.4.3	Abundância relativa .....	98
5.4.4	Eqüitabilidade.....	100
5.5	ANÁLISE DA COMUNIDADE DE PEIXES DA BAÍA DE GUAJARÁ .....	104
5.5.1	<b>Análise Multivariada.....</b>	<b>104</b>
5.5.1.1	Canal Principal.....	106
5.5.1.1	Igarapés.....	112
5.6	DADOS AMBIENTAIS .....	117
5.6.1	Análise Química da água.....	117
5.6.2	Análise Geoquímica do Sedimento .....	120
5.2.3	Analise BIO-ENV.....	122
6.	DISCUSSÃO .....	123
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	142
	REFERÊNCIAS.....	145
	ANEXO A.....	156

## 1. INTRODUÇÃO

O termo estuário é utilizado para indicar a região interior de um ambiente costeiro, onde ocorre o encontro das águas fluviais com a do mar, transportada pelas correntes de maré, estendendo-se rio acima até o limite da influencia da maré (MIRANDA et al., 2002; KNOX, 1986). Portanto, trata-se de um ecossistema de transição. Esta região também pode incluir a plataforma continental adjacente, que recebe a chamada pluma estuarina. Biologicamente, este ambiente é considerado como de grande importância constituindo um habitat natural de aves, mamíferos e peixes e também servindo para alimentação, desova e criação de muitas comunidades biológicas (MIRANDA et al., 2002). Os estuários servem como um único ambiente para muitas espécies de peixes teleósteos. Uma grande quantidade de espécies marinhas e de água doce tem sido classificada como dependente dos estuários, principalmente utilizando estas áreas para crescimento. Muito destes organismos são tolerantes a baixas de salinidades. Já outros adentram apenas em algumas épocas do ano, de acordo com a variação da pluma estuarina (WHITFIELD, 1999; CORREA et al., 2004).

As zonas estuarinas são locais fisicamente instáveis, caracterizados por grandes variações espaciais de suas características físico-química como temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, turbidez, etc. Nas zonas limitantes, onde a água doce e a água salgada se misturam, as características físicas e químicas são tão marcantes que resultam em um ambiente com diversidade menor do que em outros sistemas aquáticos, ainda que a densidade de cada espécie possa ser alta (KENNISH, 1986a; KNOX, 1986).

Os estuários são de interesse não somente por seu valor ecológico mais também por seu valor para o bem estar humano (KENNISH, 1986a). Cerca de 60% das grandes cidades distribuídas ao redor da terra estão localizadas nas proximidades de sistemas estuarinos, representando em proporções as suas dimensões, uma das mais valiosas regiões do nosso planeta (GEOPHYSICS STUDY COMMITTEE, 1995). Os estuários são importantes porque o crescimento da atividade econômica e populacional ocorre em torno deles. Segundo Kennish (1986b) e Miranda et al. (2002) o crescimento é ocasionado por diversos motivos, como: I) a facilidade para instalação portuárias, comerciais e navais; II) constituem uma via de acesso importante para o interior do continente; III) comunicação natural com regiões de manguezal; IV) suas águas são renovadas periódica e sistematicamente sob a influencia da maré; V) proximidade para atividades econômicas e de lazer; VI) são férteis e podem produzir grande quantidade de matéria orgânica; e VII) como ecossistema, os estuários apresentam muitas funções vitais para as comunidades biológicas além de fornecer espécies importantes comercialmente. Estes fatores acabam determinando que os estuários sejam de extrema importância para o desenvolvimento sustentável.

Porém, o aumento populacional em torno destes ambientes e a intensiva atividade antropogênica que se realizam a sua volta freqüentemente afetam a qualidade da água e as comunidades que se utilizam dele. As principais fontes de poluição estão relacionadas com: I) organismos patogênicos, matéria orgânica e nutriente em excesso causada por despejos municipais (doméstico e industrial); II) pesticidas e herbicidas como resultado da agricultura; III) metais pesados, óleo e substâncias tóxicas, que são

resíduos de indústrias, portos, marinas e navegação; IV) calor, causado pelas usinas de eletricidade; V) grande quantidade de sedimentos, provenientes de rios associados com desmatamento das florestas, agricultura, pavimentação, construção e obras portuárias (KENNISH 1986b; MIRANDA et al. 2002).

Em relação à biota a acumulação e transferência de metais e outros compostos químicos na teia alimentar podem comprometer a reprodução das espécies e conseqüentemente impactar o restante do ecossistema. Adicionalmente, alterações na qualidade da água podem ocasionar parasitismos de organismos patogênicos em espécies com importância comercial e destinada ao consumo humano (KENNISH 1986b; MIRANDA et al. 2002). Martins (2000) cita que os possíveis impactos ambientais sobre a ictiofauna ocorrem principalmente na estrutura trófica e na eliminação de parte dos locais de desova e recrutamento por parte de determinadas espécies.

O estuário Amazônico, localizado na região Norte brasileira, faz parte da maior bacia hidrográfica do mundo, a qual comporta um dos rios mais volumosos, o rio Amazonas, com descarga correspondente a 1/6 das descargas de todos os demais rios do globo (COSTA, 1996), sendo responsável por cerca de 20% de toda a água doce lançada no oceano (MARTINELLI et al., 1989). Segundo Brandão e Feijó (1994), a bacia do rio Amazonas apresenta uma área com cerca de 268.000 km<sup>2</sup>, com distribuição até o extremo oeste da margem continental brasileira, passando por três países: Peru, Colômbia e Brasil. A dinâmica do rio Amazonas é resultado da poderosa descarga deste rio no Oceano Atlântico que, segundo Nittrouer (1995), é tão forte que a água marinha raramente ultrapassa a desembocadura. Esta descarga é influenciada por quatro períodos: I) o primeiro período

intermediário, ocorrendo entre os meses de dezembro a fevereiro, caracterizado por ser um período de transição climática; II) o de descarga máxima, concentrada entre os meses de março a maio, caracterizado por um clima chuvoso na região; III) o segundo período intermediário, ocorrendo entre os meses de junho a agosto, caracterizado por ser um período de transição climática; IV) o período de descarga mínima concentrada nos meses de setembro a novembro, caracterizado por um clima de estiagem (pouca precipitação chuvosa) precedendo um volume mínimo de água. A variação sazonal é um dos fatores que mais influenciam a diversidade das espécies deste estuário onde, de maneira geral, no período de descarga máxima predominam espécies de água doce e no período de estiagem predominam espécies de água salgada (BARTHEM, 1985).

Este trabalho é parte do projeto intitulado "Diagnóstico da qualidade ambiental na Baía do Guajará (Belém-PA) utilizando indicadores químicos e biológicos", financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) enquadrado no Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-HIDRO).

A Baía do Guajará faz parte do estuário Amazônico. Ela é o acidente geográfico que mais sofre com a influência urbana da região amazônica. Este ambiente se localiza em torno da cidade de Belém, capital do estado do Pará, que apresenta 30 km de drenagem, algumas canalizadas outras não, que deságuam na baía (NASCIMENTO, 1995). As influências antropogênicas mais marcantes que se pode observar nesta área são resultantes da ação das indústrias de pesca, madeireiras, entrepostos pesqueiros, de produtos do petróleo, além de estaleiros.

Considerando o exposto, fazem-se necessários estudos sobre a qualidade ambiental da Baía de Guajará diagnosticando os efeitos de contaminantes sobre a biota aquática visando à mitigação dos fatores adversos sobre o ambiente. Adicionalmente, informações sobre a importância biológica da baía do Guajará, principalmente sobre a ictiofauna, até o momento são desconhecidas. Não se sabe quais espécies são permanentes ou visitantes e nem de que forma a ictiofauna utiliza-se deste hábitat, por exemplo, como zona de alimentação, reprodução ou berçário. Essas informações são limitadas principalmente em estudos da baía do Marajó que é a região mais próxima da baía do Guajará (BARTHEM, 1985).

No presente projeto foi feita uma abordagem multidisciplinar e integrada. As atividades de campo e laboratório foram desenvolvidas de forma simultânea com todos os grupos participantes, onde a cada grupo coube o estudo de um dos componentes (química da água, geoquímica, sedimentologia e biologia), integrando-se posteriormente os resultados obtidos entre componentes, visando à identificação de impactos causados pelos lançamentos de efluentes sobre o corpo D'água da baía. Dentro do âmbito deste projeto, este estudo englobou a caracterização da ictiofauna e a sua relação com os parâmetros abióticos relacionados com lançamento de efluentes industriais e domésticos na área.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo sobre as condições de sanidade da zona estuarina da Baía do Guajará (Região Metropolitana de Belém-PA), utilizando a ictiofauna como indicador ecológico do estado de saúde do ambiente.

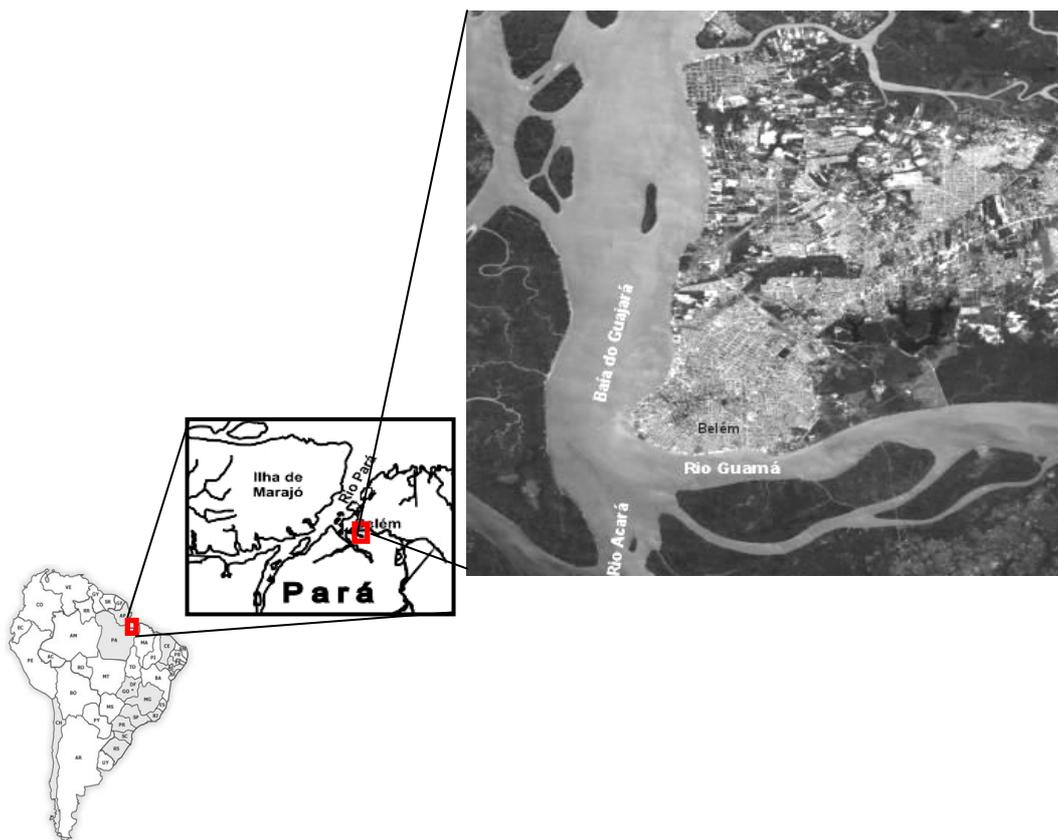
### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a ictiofauna e a forma de utilização da mesma no ambiente;
- Caracterizar a ictiofauna em locais considerados impactados e os não impactados;
- Obter índices ecológicos da ictiofauna em locais considerados impactados e os não impactados;
- Determinar a estrutura da comunidade de acordo com as principais espécies de peixes conforme o local da captura, sazonalidade e ambiente (canal principal e igarapés).
- Determinar quais são os principais fatores que influenciam na distribuição e agrupamento das espécies correlacionando com os

parâmetros físicos e químicos da água e do sedimento com a distribuição e abundância das espécies de peixes.

### **3. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A baía do Guajará (Figura 1) é formada pelas confluências dos rios Guamá e Acará (PEREIRA, 2001). Ela faz parte do estuário Amazônico e prolonga-se até próximo à ilha de Mosqueiro, onde se limita com a baía do Marajó. Numerosas ilhas e canais compõem a baía dando destaque na sua margem esquerda para as Ilhas das Onças, Jararaca, Mirim, Paquetá-Açu e Jutuba. Na sua margem direita localiza-se a cidade de Belém e mais ao Norte, separadas pelos furos do Maguary e das Marinhas, as ilhas do Outeiro e Mosqueiro, respectivamente (PINHEIRO, 1987). Várias bacias hidrográficas sofrem influência da baía do Guajará dentre elas destacam-se as bacias Tamandaré, Comércio Reduto, Armas, Una, Val-de-cães, Cajé, Tapanã e do Paracuri (BELÉM 1997).



**Figura 1** - Baía de Guajará, formada pelas confluências dos rios Guamá e Acará. (Fonte: CODEM. Elaboração LAENA-NAEA-UFPA).

A baía está localizada em um ambiente altamente dinâmico, com fortes correntes de marés e com ondas geradas pelo vento com poder suficiente para propiciar a mistura das águas e ressuspensão dos sedimentos de fundos. No período de baixa pluviosidade, as águas ficam salobras devido à penetração da água marinha (RIBEIRO, 2004). A superfície da água, mesmo em condições de ventos fracos, caracteriza um ambiente relativamente agitado, sobretudo pela ação das correntes de marés, com a presença de freqüentes ondulações irregulares definindo um regime de fluxo turbulento (PINHEIRO, 2002). A dinâmica da maré apresenta característica semidiurna como é observado pelos intervalos periódicos de aproximadamente 6 horas que separam a preamar da baixa-mar (BERNADI, 1987). Com a maré vazante e o vento geral (N-NE, mais forte as tardes) formam-se na baía ondas de até 1,5 m (PINHEIRO, 1987; PEREIRA, 2001). Pinheiro (1987) encontrou valores de

salinidade na baía do Guajará que variaram de 0,9 a 1 no período menos chuvoso e, no período mais chuvoso, as águas desta baía são doces devido à força da descarga do rio Amazonas que impede a entrada da cunha salina. O rio Guamá é um afluente do rio Pará (RIBEIRO, 2004) situando-se ao sul da cidade de Belém. Em conjunto com o rio Moju, tornam-se as principais fontes de água fluviais da baía (LIMA apud PEREIRA, 2001).

A baía do Guajará é grandemente influenciada pela cidade de Belém. Esta cidade localiza-se a 1°10' S e 1°30' S e 48°25' W e 48°35' W a uma altitude de 15 m acima do nível do mar sendo limitada ao sul com o rio Guamá, ao norte com a baía do Marajó até o extremo oriental da ilha de Mosqueiro e a oeste com a baía do Marajó, Guajará e Santo Antônio (MAZZEO, 1991). Considerada uma metrópole, com cerca de 1.280.614 habitantes (IBGE, 2000), a maior parte da população urbana concentra-se no continente, porém as inúmeras ilhas que compõem o município abrigam uma parcela da população (CASTRO, 2004).

Belém é marcada por apresentar inúmeros igarapés que cortam a cidade e que com a expansão e desenvolvimento urbano, foram transformados em “esgotos a céu aberto”, recebendo efluentes domésticos e industriais sem nenhum tratamento prévio.

Nesta região, a Cosanpa (Companhia de Saneamento do Estado do Pará) estima que são produzidos diariamente 184.800 m<sup>3</sup> de dejetos, sendo que apenas 13.609 m<sup>3</sup> são tratados. O restante não tratado tem como destino final os canais, tais como Canal do Una que contamina as bacias hídricas em seu entorno e conseqüentemente a baía do Guajará (ESGOTOS, 2006).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 PROCEDIMENTO DE CAMPO

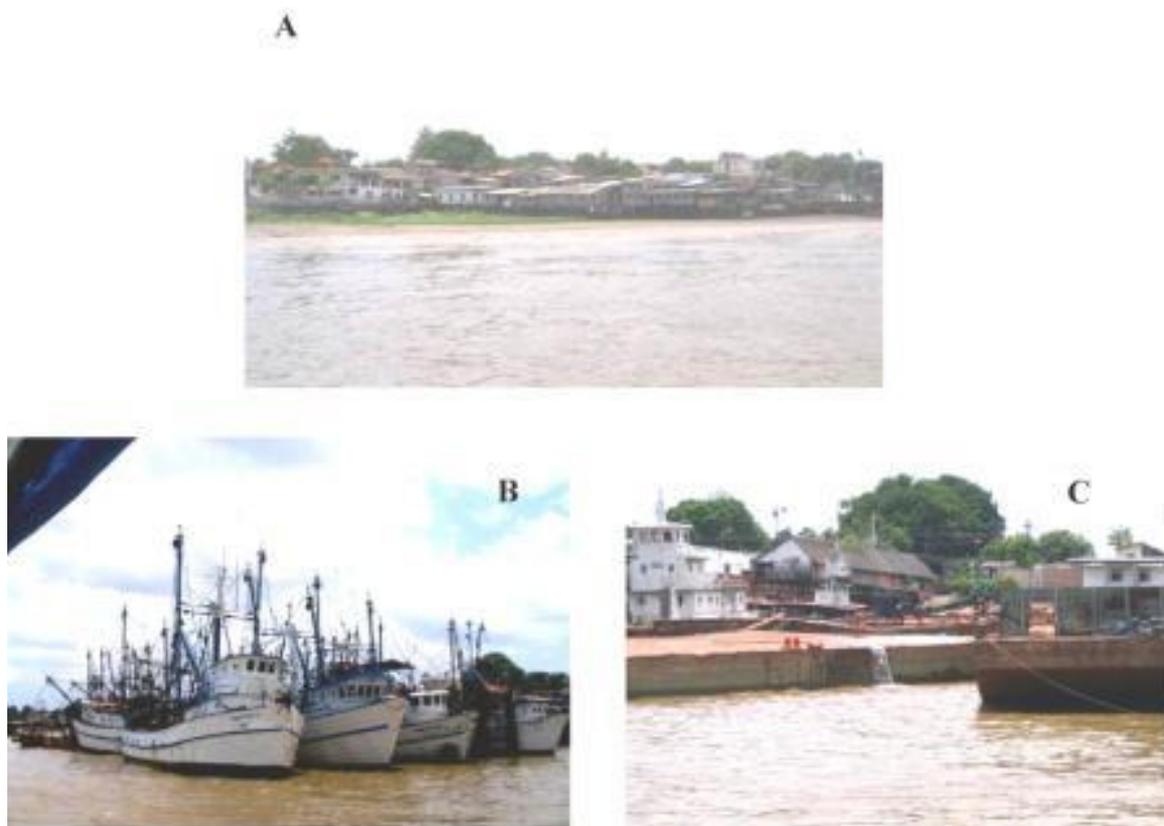
#### 4.1.1 Área de Coleta

Antecipadamente às coletas, uma viagem piloto foi realizada com o objetivo de identificar as áreas potenciais de risco na Baía do Guajará. Cada estação foi marcada com o uso de GPS (Global Positioning System). Estas áreas estão localizadas em perímetros onde ocorre lançamento de efluentes provenientes de esgotos domésticos, de canais impactados, de resíduos industriais (madeira, óleo, indústria de pesca, etc.), entre outros. Em cada ponto identificado foram anotados os tipos de atividades desenvolvidas e inferidos os prováveis contaminantes lançado nas águas da baía.

Após estas observações foram escolhidas áreas com maior influência antrópica e áreas de referência pra fins de comparações, todos localizados nos canais principais. Também foram selecionados dois igarapés: um localizado em um ambiente com influência antrópica e o outro em um ambiente considerado referência. As estações de coleta contempladas estão descritas a seguir:

**Estação Icoaraci (com influência antrópica)** – Localizada em frente o distrito de Icoaraci (Figura 2 A) com área de coleta nas coordenadas 1°17,135'S e 48°29,523'W e 1°20,352'S e 48°29,439'W. Nesta estação há uma grande concentração de indústrias pesqueiras e madeireiras (Figura 2 B e C), além da

presença da urbanização. A área também inclui o furo do Maguary que é um pequeno rio que deságua na Baía. Neste furo, é marcante a presença de indústrias madeireira e de pesca além de estaleiros.



**Figura 2** - Estação Icoaraci: (A) Urbanização nas margens da Baía; (B) Indústria pesqueira; (C) Indústria madeireira.

**Estação Ilha do Fortinho (referência)** – Localizada em frente à Ilha do Fortinho (Figura 3 A e B) nas coordenadas  $1^{\circ}22,16'S$  e  $48^{\circ}30,06'W$ . Esta área foi escolhida como controle por ser tratar de um ambiente considerado isolado de todas as fontes poluidoras e por ser um perímetro restrito para a navegação determinado pela Marinha do Brasil.



**Figura 3** - Estação controle denominada Ilha do Fortinho

**Estação Canal do Jacaré (com influência antrópica)** - Localizada entre as coordenadas  $1^{\circ}25,089'S$  e  $48^{\circ}29,788'W$  e  $1^{\circ}23,999'S$  e  $48^{\circ}29,822'W$ . Esta estação é caracterizada por localizar-se próximo a indústrias pesqueiras, despejo de esgoto doméstico e é onde está situado o setor de abastecimento de petróleo da PETROBRAS (Figura 4 A). O local também é influenciado pela descarga do canal do Una (Figura 4 B), pequeno rio grandemente impactado devido à urbanização.



**Figura 4** - Estação Canal do Jacaré. **(A)** Canal do Una; **(B)** Área de Abastecimento de combustível.

**Estação Ver-o-Peso (com influência antrópica)** – Localizada em frente ao mercado Ver-o-Peso e Estação das Docas, (Figura 5) entre as coordenadas  $1^{\circ}27,021'$  e  $48^{\circ}30,147'W$  e  $1^{\circ}26,87'S$  e  $48^{\circ}30,48'W$ . Esta estação caracteriza-

se por se tratar de uma área que apresenta grande concentração portuária (embarque e desembarque de navios e barcos de menor porte), local de desembarque pesqueiro, e despejo de lixo orgânico. Foi observado que a contaminação por efluentes doméstico e industrial é evidente no local.



**Figura 5** - Estação Ver-o-Peso. **(A)** Ver-o-peso e **(B)** Estação das docas, localizados em frente à cidade de Belém.

**Estação Tucunduba (com influência antrópica)** - Localizada próximo ao Igarapé Tucunduba (Figura 6 A) as coordenadas  $1^{\circ}28,464'S$  e  $48^{\circ}26,912'W$  e  $1^{\circ}29,333'S$  e  $48^{\circ}29,104'W$ . Esta estação está caracterizada por apresentar uma forte presença da poluição urbana ocasionado por lançamento de esgoto no rio Guamá incluindo também a indústria de ferro COPALA (Figura 6 B).



**Figura 6** - Estação Tucunduba: **(A)** Igarapé Tucunduba; **(B)** Indústria de aço e ferro.

**Estação Linhão do Tucuruí (referência)** – Localizado nas proximidades do Linhão do Tucuruí (Figura 7) nas coordenadas  $1^{\circ}28,26'S$  e  $48^{\circ}25,473'W$  e  $1^{\circ}28,71'S$  e  $48^{\circ}26,65W$ . Esta estação caracteriza-se pela ausência de fontes poluidoras de esgoto e indústria e pela fraca urbanização.



**Figura 7** - Estação Linhão do Tucuruí

**Estação Igarapé do Poema (com influência antrópica)** - Este igarapé está situado na Universidade Federal do Pará e corta a invasão Riacho Doce (Figura 8), nas coordenadas  $1^{\circ}28,402'$  e  $48^{\circ}26,839'$ . Assim como igarapé Tucunduba, o igarapé está caracterizado por apresentar uma forte presença da poluição urbana ocasionado por lançamento de esgoto e lixo.



**Figura 8** - Estação Igarapé do Poema localizada as margem da baía do Guajará.

**Estação Igarapé São Francisco (referência)** – Este igarapé está localizado na Ilha do Combu (Figura 9), na margem esquerda do rio Guamá nas coordenadas  $1^{\circ} 28,991' S$  e  $48^{\circ} 26,008' W$ . O ambiente é caracterizado por ser um local com habitação de poucas famílias e por apresentar certo isolamento e distância da contaminação urbana.



**Figura 9** - Estação Igarapé São Francisco localizado as margens da baía do Guajará.

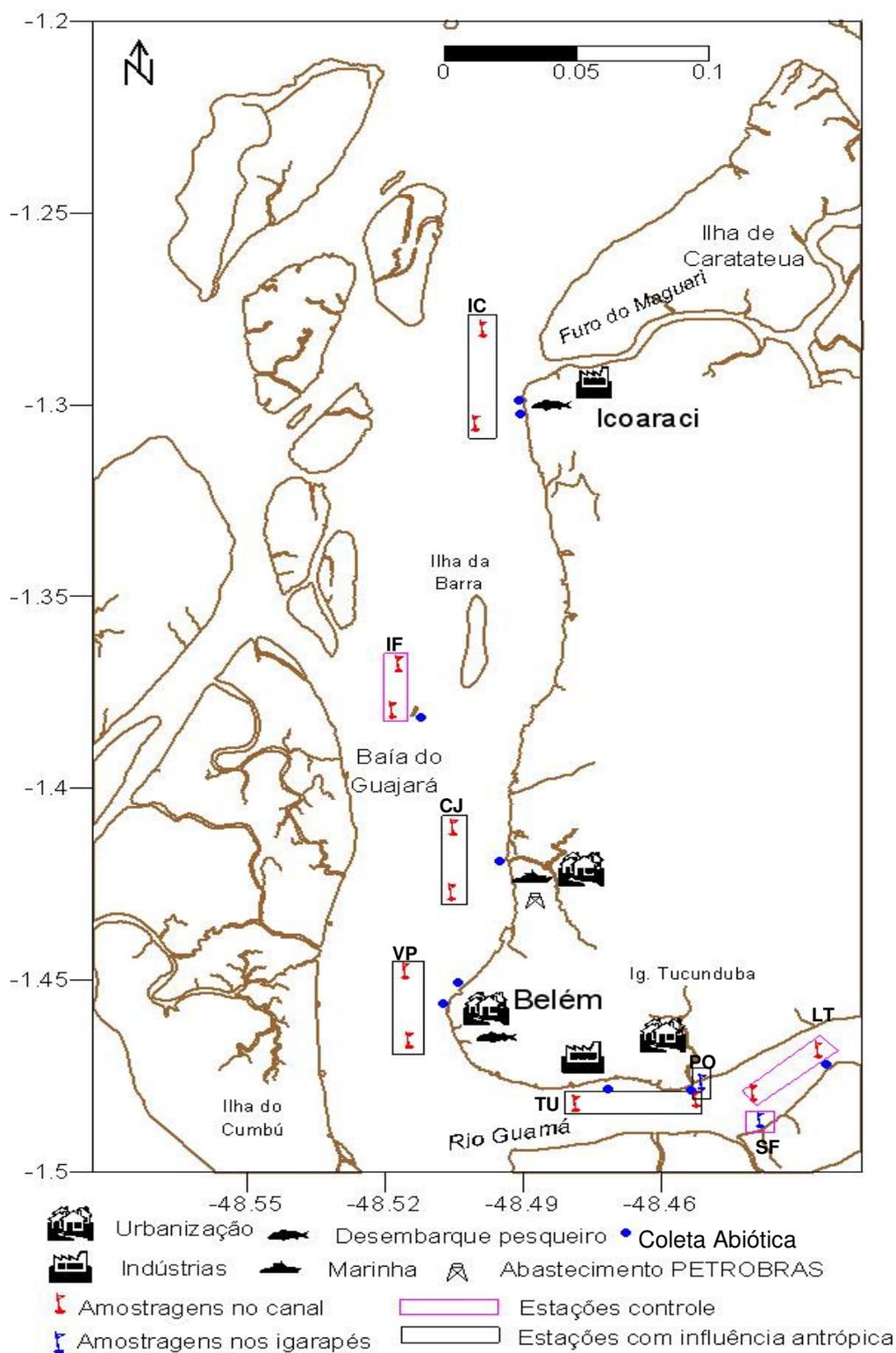
As coletas da ictiofauna não foram pontuais, compreenderam áreas de coleta uma vez que a rede era lançada à deriva. Dentro da área de coleta da ictiofauna, pontos de coleta dos dados abióticos foram determinados, em um total de 9 estações de coletas, onde a obtenção de amostras de água e

sedimento de fundo foi efetuada (Figura 10). Quando mais de um ponto de coleta de água e de sedimento se encontrava dentro da área da coleta da ictiofauna, a média entre os parâmetros abióticos era obtida. A coleta de dados abióticos foi restrita à área de canal.

Tanto para a ictiofauna como para a coleta dos dados abióticos, as áreas foram visitadas em quatro ocasiões, ao longo de um ano, de dezembro 2004 a dezembro de 2005 (Tabela 1).

**Tabela 1** - Meses e período de coletas dos dados biológicos e abióticos coletados na baía do Guajará para os anos de dez/2005 a dez/2006.

MESES	PERÍODO CLIMÁTICO	COLETAS		
		Ictiofauna (Canal principal)	Ictiofauna (Igarapés)	Água e Sedimento (Canal principal)
Dezembro 2004	Transição seco/chuvoso	X	-	X
Março 2005	Chuvoso	X	X	X
Junho 2005	Transição chuvoso/seco	X	X	X
Setembro 2005	Seco	X	X	X
Dezembro 2005	Transição seco/chuvoso	-	X	-



**Figura 10** - Mapa de localização das coletas bióticas (em azul) e coletas abióticas (em vermelho) na Baía do Guajará. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** - Icoaraci; **IF** - Ilha do Fortinho; **TU** - Tucunduba; **VP** - Ver-o-Peso; **PO** - Ig. do Poema; **SF** - Ig. São Francisco; **LT** - Linhão do Tucuruí.

## 4.2 COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS

### 4.2.1 Coleta e processamento químico da água

As amostras de água foram coletadas na camada superficial da água, utilizando-se garrafa do tipo Van Dorn (Figura 11). A temperatura, pH, condutividade, salinidade, transparência foram determinadas *in situ*. A temperatura foi determinada através de termômetro de mercúrio, o pH utilizando-se o pHmetro portátil Orion modelo 210 A e, a condutividade e salinidade com o condutivímetro Orion modelo 115 portátil. Posteriormente, as amostras foram processadas (filtradas e resfriadas), e levadas para posterior análise de nutrientes, oxigênio consumido, demanda química de oxigênio e material em suspensão (MS) no Laboratório de Hidroquímica da Universidade Federal do Pará. As coletas de água foram efetuadas pelo grupo de pesquisa da Hidroquímica.



**Figura 11** - Garrafa do tipo Van Dorn utilizada para coleta de água na baía do Guajará no período de dez/2005 a set/2006.

Em laboratório, foram determinados orto-fosfato, seguindo a metodologia descrita no manual da Cetesb (1978). Nitrato, nitrito, fosfato e amônia foram determinados, utilizando o espectrofotômetro de marca HACH DR-2010. Para determinação do material em suspensão foi utilizado o método descrito em Strickland e Parsons (1972). A demanda química de oxigênio foi determinada segundo a metodologia descrita no manual da Cetesb (1978).

Para correlação com os dados biológicos foram utilizados os dados de temperatura, pH, salinidade, turbidez, material em suspensão, orto-fosfato, nitrato, amônia e oxigênio consumido.

#### **4.2.2 Coleta e processamento do sedimento**

Para cada campanha, amostras de sedimentos de fundo foram coletadas utilizando pegador de fundo aço inox do tipo *Van Veen* (Figura 12). Foram feitas duas amostragens, uma das amostras foi previamente resfriada a bordo, para análises posteriores, com o objetivo de determinar o conteúdo de matéria orgânica, e concentrações de metais pesados, Chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), níquel (Ni), zinco (Zn), ferro (Fe) e mercúrio (Hg) e a outra amostra foi utilizada para determinar a proporção granulométrica. A coleta de sedimento foi feita com o grupo de pesquisa da Oceanografia Geológica.



**Figura 12** - Pegador de fundo de aço inox do tipo *Van Veen* utilizada para coleta de sedimentos na baía do Guajará no período de dez/2005 a set/2006.

Em laboratório, foi realizada análise granulométrica pelo método convencional, por peneiramento e centrifugação, obtendo-se os parâmetros estatísticos pelo método de Folk e Ward (1957), Textural por Shepard (1964) e dos sedimentos por Suguio (2002).

Para a matéria orgânica foi utilizado o método proposto por Loring; Rantala (1992). Para os metais pesados foi utilizado o método descrito em APHA (1995).

Para correlação com os dados biológicos foram utilizados os dados de matéria orgânica, Cu, Zn, Ni, Cr, proporção granulométrica.

### 4.2.3 Coleta e processamento da ictiofauna

#### 4.2.3.1 Pescarias

As pescarias foram feitas utilizando a rede de emalhar, linha de mão e tapagem de igarapé. Os indivíduos obtidos com linha de mão foram considerados apenas para a composição da ictiofauna (riqueza). Índices de abundância não foram obtidos para este trecho de pesca, uma vez que o uso do mesmo foi restrito em algumas estações de coletas, especificamente nas estações onde foram realizados tapagens de igarapés.

Nos pontos pré-determinados foram utilizadas redes de emalhar de nylon monofilamento (Figura 13 A) com diferentes tamanhos de malha - 25 mm, 35 mm, 40 mm e 50 mm - (medidas entre nós opostos). O tamanho da rede variou entre 300 e 550 m (dependendo do local a ser lançado). Ao serem lançadas na baía do Guajará, as panagens foram emendadas umas as outras com as malhas dispostas aleatoriamente ficando à deriva e rente ao fundo por um tempo médio de exposição de 1 hora e 30 minutos. Esta arte de pesca foi utilizada em todos os meses em que houve coletas nas estações situadas nos canais principais.

A rede de tapagem (Figura 13 B) foi realizada com uma rede de malha 25 mm de nylon monofilamento com comprimento de 25 m na forma retangular. Esta rede foi disposta na saída de igarapés, fechando-os completamente. A tapagem era colocada sempre no final da preamar para coletar os indivíduos que adentram os igarapés na maré enchente e saem na

maré vazante. O período de permanência da tapagem foi durante toda a maré vazante (em torno de 5 horas). Esta arte de pesca foi utilizada somente nos igarapés nos meses de março, junho, setembro e dezembro do ano 2005.

Todo o material pescado foi triado a bordo da embarcação, separados por espécie e contado. Posteriormente foi acondicionado em sacos plásticos e resfriados durante o decorrer do cruzeiro e armazenado no Laboratório de Dinâmica, Avaliação e Manejo dos Recursos Pesqueiros, na UFPA, para posterior análise.

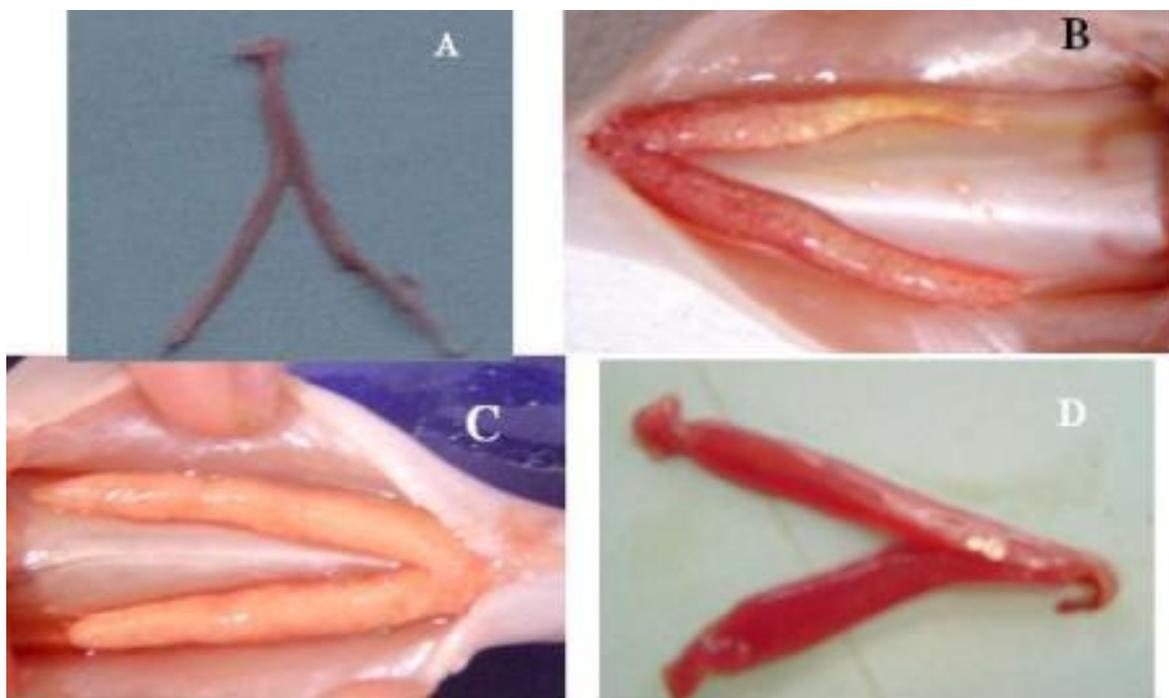


**Figura 13 – A:** Rede de emalhar utilizada para coleta da ictiofauna no canal principal da baía do Guajará no período de dez/2005 a set/2006; **B:** Rede de tapagem utilizada nos igarapés nas margens da baía do Guajará no período de março/2006 a dez/2006.

#### 4.2.3.2 Processamento da ictiofauna

Em laboratório, o material coletado foi identificado segundo as chaves de identificação de Cervigón (1991) e FAO (1992).

Em seguida, o comprimento total de todos os indivíduos foi registrado. Uma incisão ventro-longitudinal foi efetuada para a retirada de gônadas e estômagos. As gônadas foram utilizadas para averiguar o estágio maturação da ictiofauna tendo sido determinado segundo Vazzoler (1996) (estágios A – imaturo; B – em maturação; C – maduro e D- desovado) (Figura 14). Os estômagos foram utilizados para verificar o índice de repleção através de escalas (1 - estômago vazio; 2 – estômago parcialmente vazio; 3 – estômago parcialmente cheio e 4 - estômago cheio) (Figura 15).



**Figura 14** - Estádio maturacional segundo a classificação de Vazzoler (1996): estágios A – imaturo; B – em maturação; C – maduro e D- desovado).



**Figura 15** - Escalas para o índice de repleção. 1 – vazio; 2 – parcialmente vazio; 3 – parcialmente cheio; 4 – cheio.

#### 4.3. ANÁLISE DOS DADOS

##### 4.3.1 Freqüência de ocorrência

Em relação à residência das espécies na área foi utilizado o método de freqüência de ocorrência (DAJOZ, 1973) de acordo com a fórmula abaixo:

$$c = \left( \frac{c_i}{C} \right) * 100$$

onde,

c – valor da freqüência das espécies;

$c_i$  – número de coletas com as espécies;

C – número total de coletas.

Aquelas espécies que apresentaram  $c \geq 50\%$  foram consideradas constantes,  $25\% \leq c < 50\%$ , acessórias e com  $c < 25\%$  ocasionais.

#### **4.3.2 Porte das espécies**

As espécies capturadas foram classificadas de acordo com o seu porte. Espécies com comprimento total inferior a 15 cm foram classificadas como de pequeno porte. Aquelas que obtiveram comprimentos totais entre 15 e menor que 30 cm foram classificadas como de médio porte e aquelas com comprimentos superiores ou iguais a 30 cm foram classificadas como de grande porte.

#### **4.3.3 Utilização do hábitat**

O uso da baía como área de reprodução foi caracterizada pela presença de indivíduos com gônadas maduras e desovada (C e D respectivamente). O uso da baía como área de berçário foi caracterizada pela presença de indivíduos com comprimentos menores que o comprimento mínimo de primeira maturação ou com as gônadas classificadas em estágio A (imaturo). O uso da baía como área de alimentação foi caracterizada pela presença de indivíduos com itens alimentares nos estômagos (índice de repleção 2, 3 e 4).

#### 4.3.4 Índices de abundância relativa: Captura por unidade de esforço (CPUE)

A CPUE (Captura por Unidade de Esforço) foi utilizada para determinar índices relativos de abundância (FONTELES FILHO, 1989). Considerando que o esforço não foi necessariamente padrão durante todos os lançamentos, o índice de abundância CPUE serve para padronizar os dados. Este índice foi obtido estimando-se a abundância numérica (CPUE<sub>n</sub>) e a abundância em biomassa (CPUE<sub>b</sub>), de acordo com a fórmula a seguir:

$$CPUE = \frac{\text{Captura}}{(\text{Tamanho da rede} * \text{horas de exposição}) * 100}$$

Onde:

A captura é em número de indivíduos quando considerada a abundância numérica (CPUE<sub>n</sub>), e o peso é registrado como captura quando considerada a abundância em biomassa (CPUE<sub>b</sub>).

Esta análise foi efetuada considerando os períodos e considerando as estações de coletas para os dois ambientes (canal e igarapé). Sendo previamente realizado um teste de correlação de Spearman entre a captura e o esforço. Os índices de CPUE foram utilizados com entrada de dados para outras análises estatísticas, uma vez que estes valores representam a abundância da ictiofauna.

As diferenças sazonais e/ou espacial foram testadas através da análise de variância (ANOVA), no caso das variáveis que apresentaram

homogeneidade das variâncias. Para que os dados apresentassem essa condição fez-se necessário a transformação dos dados através da fórmula:  $X=\sqrt{X}$ . O teste utilizado para verificar a homogeneidade das variâncias foi o de Barlett (ZAR, 1996). Entretanto, quando esta condição não foi satisfeita utilizou-se o método não paramétrico de Kruskal-Wallis (ZAR, op. cit.). Para os dados paramétricos, o post-hoc utilizado (para comparação de médias entre amostras) foi o de Tukey e para os não paramétricos foi utilizado o teste de Nemenyi (ZAR, 1996).

Todos os testes descritos acima foram realizados utilizando o programa ESTATÍSTICA 6.

#### **4.3.5 Diversidade**

Os índices de diversidade foram utilizados para comparar a composição das espécies de acordo com mudanças espaciais (estações de coletas) e entre meses com o objetivo de avaliar os efeitos da poluição sobre a comunidade biológica. Estes índices permitem a visualização sintética da estrutura da comunidade na Baía do Guajará e suas respostas mediante aos múltiplos impactos ocorridos nos trechos estudados. Para isso, foram utilizados os índices de riqueza observada e de Margalef, os índices de diversidade de Shannon, o índice de Simpson e o índice de eqüitabilidade de Pielou e de Hill. Estes índices foram obtidos através do programa PRIMER v5.

A entrada de dados utilizada para a análise de diversidade foi o número total de indivíduos para cada espécie por período de coleta e por estação de coleta. Posteriormente as diferenças entre estações e meses

durante o período de estudo foram testadas através da análise variância, paramétrica (ANOVA) para dados homoscedásticos e não paramétricas (Kruskall-Wallis), para os dados não homoscedásticos.

#### 4.3.5.1. Riqueza específica

##### ***Riqueza observada***

Os índices de riqueza foram calculados para a identificação e qualificação das comunidades ícticas, em função do número de espécies que a compõem nas áreas contaminadas e não contaminadas. A desvantagem deste método é que ele considera apenas o número de espécie e não o número de indivíduos.

##### ***Riqueza de Margalef (D)***

Este índice é uma medida utilizada para estimar a biodiversidade de uma comunidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies, representado pela expressão abaixo:

$$D = \frac{(S - 1)}{\text{Log}N}$$

Onde,

D – é a diversidade;

S – número de espécies presentes;

N – número total de indivíduos encontrados (pertencentes a todas as espécies)

Quanto maior for o valor do Índice maior é a biodiversidade da comunidade amostrada. Valores de D acima de 5,0 denotam grande riqueza biológica (ÍNDICE DE MARGALEF, 2006).

A diferença deste teste para a riqueza observada é que ele expressa a riqueza ponderada pelo tamanho amostral, ou seja, que supostamente existe uma relação linear entre a riqueza das espécies e o número de indivíduos (BUENO et al., 2003; Matos et al., 1999).

#### 4.2.5.2 Diversidade

##### ***Índice de diversidade de Shannon (H')***

A diversidade Shannon é um conjunto de como algumas espécies estão presentes na coleção de dados (riqueza) e quão similares é sua abundância (eqüitabilidade) (RICE, 2000). O índice de Shannon assume que os indivíduos são amostrados ao acaso a partir de uma população “indefinidamente grande” e que todas as espécies estão representadas na amostra, sendo relativamente independente do tamanho da amostra. Este índice está na categoria de índice de informação estatística (SILVEIRA, 2004).

A equação de Shannon está representada por:

$$\sum_{i=1}^S (P_i * (\text{Log} P_i))$$

Onde,

S – número de espécies;

P<sub>i</sub> – proporção da espécie.

O índice de Shannon (H') foi usado com o Log na base 2, pois, segundo Pinto-Coelho (2000) este logaritmo expressa os resultados em unidades binárias, preferidas na teoria da informação.

Um baixo valor de diversidade H' significa dominância de um determinado táxon e um elevado valor significa distribuição semelhante de espécies, ou seja, um ambiente mais diverso. Este índice é bastante sensível a alterações nas espécies raras amostradas.

#### 4.3.5.3. Abundância Relativa

##### ***Índice de Simpson (λ)***

O índice de Simpson exprime a abundância das espécies mais comuns, sendo, conseqüentemente, mais sensível a mudanças que ocorrem nestas espécies. É um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie (BUENO et al., 2003). O cálculo deste índice está representado pela fórmula abaixo:

$$\lambda' = \left[ \sum \left( \frac{(ni * (ni - 1))}{(N * (N - 1))} \right) \right]$$

Onde,

ni – número de indivíduos na espécie i;

N – número de indivíduos na comunidade.

Os valores desta estimativa variam de 0 a 1 e quanto mais alto o índice, maior a probabilidade dos indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade. Neste trabalho o índice de Simpson foi utilizado para detectar se existe dominância entre as espécies.

#### 4.3.5.4 Eqüitabilidade

##### ***Índice de eqüitabilidade de Pielou- J'***

Este índice expressa o quão igualmente os indivíduos estão distribuídos entre as diferentes espécies. Este índice mede a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies e é calculado para averiguar sobre a existência de espécie dominante.

O índice de eqüitabilidade é representado por:

$$J = \frac{H'}{\text{Log}(S)}$$

De acordo Karydis e Tsirtsis (1996), a eqüitabilidade alcança o seu valor máximo (1) quando todas as espécies na amostra são igualmente abundantes e decresce em direção a zero quando a abundancia relativa das espécies diverge para longe da igualdade, isto é, existe uma ou mais espécies dominantes.

### ***Índice de diversidade de Hill***

Este índice representa a comparação de espécies muito abundantes e aquela apenas abundantes. É um índice de eqüitabilidade, que se refere à distribuição da abundância das espécies, ou seja, a maneira pela qual a abundância está distribuída entre as espécies de uma comunidade (URAMOTO et al., 2005). A equação modificada de Hill está representada abaixo e, segundo Matos et al. (1999), ela difere das outras equações, porque considera que poucas espécies dominam a comunidade.

$$N21' = \frac{\left(\frac{1}{\lambda}\right)^{-1}}{e^{H'} - 1} = \frac{N2-1}{N1-1}$$

Onde,

$\lambda$  - Índice de Simpson;

$H'$  - Índice de Shannon

Quando todas as espécies numa amostra são igualmente abundantes, o índice de eqüitabilidade de Hill deve assumir o valor máximo e decresce, tendendo a zero, à medida que as abundâncias relativas das espécies divergem dessa igualdade.

#### 4.4.6 Análise Multivariada

Para análise de agrupamento e de ordenação MDS fez-se necessário a estimação da semelhança entre as estações baseada na composição da captura. Para isto, construiu-se uma matriz de associação das distâncias entre os objetos transformados pela raiz quadrada.

A distância entre os objetos foi estimada através da distância de Bray-Curtis, que não considera dupla-ausência.

$$\text{Distância de Bray-Curtis entre dois pontos A \& B: } D_{A-B} = \frac{\sum |x_{Ai} - x_{Bi}|}{\sum |x_{Ai} + x_{Bi}|}$$

##### 5.4.6.1 Análise de agrupamento

Neste trabalho, o método de ligação utilizado foi o hierárquico aglomerativo onde os objetos, inicialmente isolados, são progressivamente reunidos em grupos sucessivos até formar um único grupo seguindo uma hierarquia de importância. Valentin (2000) cita que o critério básico da fusão entre o objeto e um grupo, ou entre dois grupos será a relação entre o grau de maior similaridade entre eles. O resultado do agrupamento foi representado através de um dendrograma, onde no eixo x estão representado as amostras e no eixo y o grau de similaridade em porcentagem. O método hierárquico aglomerativo através do “group average” foi escolhido porque ele inicia com um grande grupo das amostras e de acordo com a similaridade entre as amostras vai formando grupos menores.

A entrada de dados foi com base nos resultados da CPUEn e CPUEb utilizando o programa PRIMER v5, onde as variáveis foram as espécies e as amostras os períodos de coletas e também as estações de coletas.

O objetivo desta análise foi reconhecer a formação dos grupos de peixes na baía do Guajará e inferir sobre as suas causas, *i.e.* fatores antrópicos como a poluição e fatores ecológicos como área e período do ano.

#### 4.4.6.2 Análise de ordenação - Multi-dimensional scaling (MDS)

À matriz de distâncias foi aplicada a técnica de ordenação Multidimensional Scaling (MDS). O método MDS distribui espacialmente os sistemas (objetos ou descritores) de tal maneira que a ordem das distâncias esteja de acordo com a ordem das associações (distância de Bray-Curtis) (CLARKE, 2001; LEGENDRE; LEGENDRE, 1998), ou seja, sistemas similares aparecem com coeficientes de valores próximos. O valor do estresse foi utilizado como medida da representatividade dos agrupamentos e valores menores que 0.20 foram considerados aceitáveis (CLARKE; WARWICK, 1994).

#### 4.4.3.3 Análise SIMPER (Similarity Percentages)

Esta análise foi feita com o objetivo de (1) identificar as espécies que, primariamente, são responsáveis para discriminação entre dois grupos de amostras observadas na análise de aglomeração Para isto, necessitou-se

separar as amostras entre os grupos, logo a adição de fatores se faz necessária (CLARKE; GORLEY, 2001). (2) identificar a importância de cada espécie dentro do grupo formado através do produto entre a dissimilaridade e o desvio padrão.

A análise do SIMPER permitiu indicar quais espécies foram as principais responsáveis pelas dissimilaridades (espécies mais discriminantes) dentro de cada grupo, definido no Agrupamento e no MDS. Esta análise de dissimilaridade decompõe as dissimilaridades entre grupos e calcula a contribuição de cada espécie através de sua ocorrência relativa em cada grupo (CLARKE; WARWICK 1994).

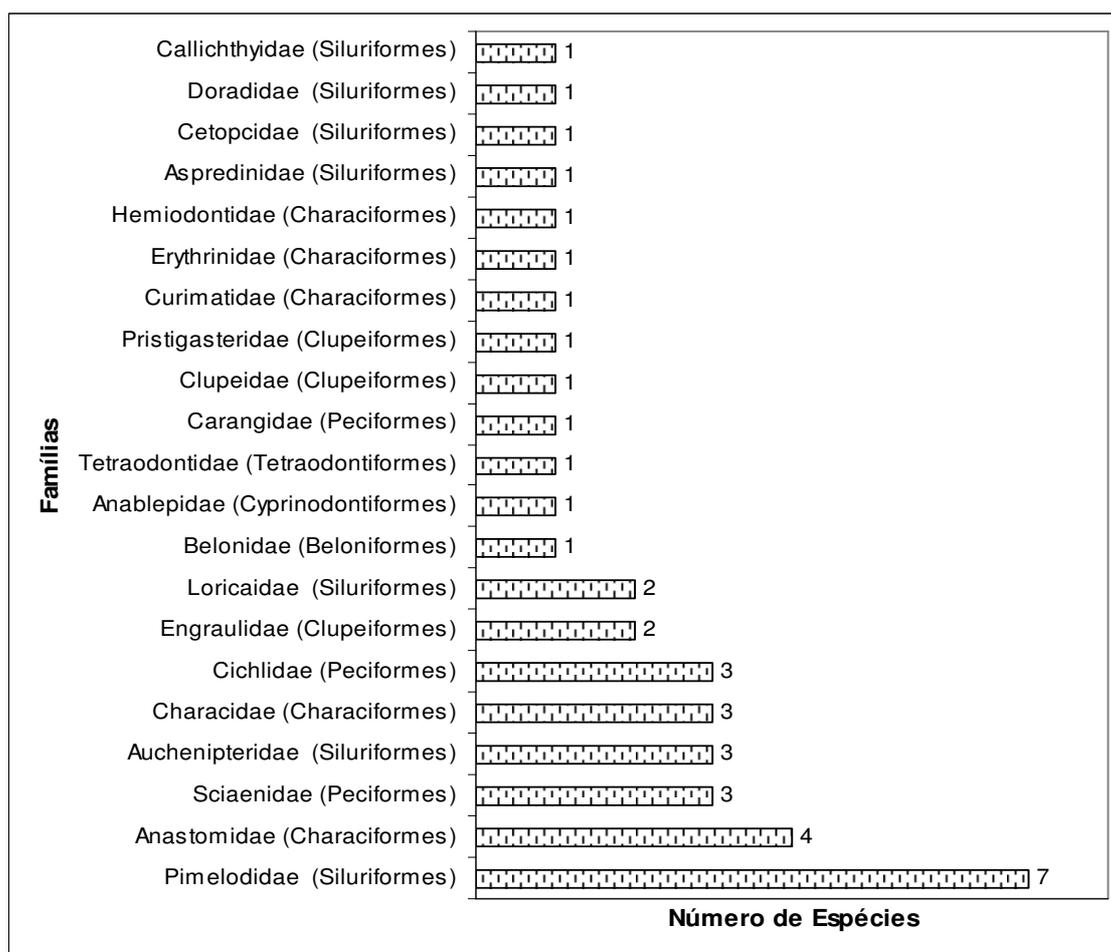
#### 4.4.6.5 Análise BIO-ENV (Biotic to Environmental)

A análise BIO-ENV permitiu relacionar os dados bióticos com os dados físico-químicos e geológicos revelando quais os parâmetros são os mais importantes para a estruturação do padrão de distribuição temporal e espacial observados na composição e abundância de espécies. Isto é feito através da estimação da concordância (correlação não - paramétrica de Spearman ( $\rho$ ) entre as duas matrizes de similaridade de dados bióticos e abióticos. Para os dados biológicos, a similaridade utilizada foi a de Bray-Curtis, e para os abióticos a distância Euclidiana normalizada.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 COMPOSIÇÃO DA ICTIOFAUNA

Na baía de Guajará, foram capturados 567 indivíduos de 40 espécies (Tabela 2 e Anexo A) Desse total, a maioria em número foi os Siluriformes com 31,6%, Characiformes com 21%, Clupeiformes com 15,8%, Peciformes com 15,8% e 15,8% outras ordens. As famílias que se destacaram por apresentarem maior número de espécies foram a Pimelodidae, seguida por Anastomidae (Figura 16).



**Figura 16** - Famílias mais representativas na Baía de Guajará em número de espécies capturadas em dez/2005 a dez/2006.

As espécies numericamente mais representativas foram *Curimata inornata* (branquinha) com 19,6%; *Anchoa spinifer* (sardinha arapaia) com 16,75%; *Plagioscion squamosissimus* (pescada branca) com 8,9%; *Brachyplatystoma rousseauxii* (dourada) com 7,85% e *Ageneiosus aff ucayalensis* (mandubé) com 6,15% (Tabela 2). Juntas, estas espécies representaram 59,3% das amostras coletadas. Considerando o percentual em peso, as espécies que mais contribuíram foram *Pellona flavipinnis* (sarda) com 15,39%; *Hypophthalmus marginatus* (mapará) com 13,96%; *B. rousseauxii* (dourada) com 13,64% e *P. squamosissimus* (pescada branca) com 13,64%, que juntas representaram 56,6% do total da captura. (Tabela 2).

**Tabela 2** - Espécies capturadas na Baía de Guajará para entre as coletas de dez/2005 a dez/2006, com% em número e% em peso específico e habitat.

<b>Classe, Sub-Classe, Ordem, Família, espécies</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>% em número</b>	<b>% em peso</b>	<b>Canal Igarapé</b>
<b>OSTEICHTHYS</b>				
<b>ACTINOPTERYGII</b>				
<b>BELONIFORMES</b>				
<b>Belonidae</b>				
<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	Peixe agulha	0,17	0,02	X
<b>CHARACIFORMES</b>				
<b>Characidae</b>				
<i>Triportheus elongatus</i> (Günther, 1864)	Sardinha papuda	0,34	0,20	X
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Piaba	1,03	0,19	X
Brycon sp.	Piaba 2	0,17	0,27	X
<b>Curimatidae</b>				
<i>Curimata inornata</i> (Vari, 1989)	Branquinha	19,66	6,08	X
<b>Anastomidae</b>				
<i>Hypostomus plecostomus</i> (Linnaeus, 1758)	Acari	2,22	1,06	X
<i>Leporinus fasciatus</i> (Bloch, 1794)	Aracu (tainha)	0,68	0,65	X
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	Aracu branco	0,17	0,06	X
<i>Leporinus taeniatus</i> (Lütken, 1875)				
<b>Hemiodontidae</b>				
Espécies 1	Espécie 1	0,17	0,79	X
<b>Erythrinidae</b>				
<i>Hoplias gr malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Traíra	0,34	0,61	X

**Tabela 2** - Espécies capturadas na Baía de Guajará para entre as coletas de dez/2005 a dez/2006, com% em número e% em peso específico e habitat (continuação).

<b>Classe, Sub-Classe, Ordem, Família, espécies</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>% em número</b>	<b>% em peso</b>	<b>Canal</b>	<b>Igarapé</b>
<b>CYPRINODONTIFORMES</b>					
<b>Anablepidae</b>					
<i>Anableps anableps</i> (Linnaeus, 1758)	Tralhoto	0,51	0,60		X
<b>CLUPEIFORMES</b>					
<b>Clupeidae</b>					
<i>Anchovia surinamensis</i> (Bleeker, 1866)	Sardinha	3,25	0,77	X	X
<b>Engraulidae</b>					
<i>Anchoa spiniifer</i> (Valenciennes, 1848)	Sardinha arapaia	16,75	4,26	X	X
<i>Lycengraulis batesii</i> (Günther, 1868)	Sardinha de gato	1,88	0,98	X	X
<b>Pristigasteridae</b>					
<i>Pellona flavipinnis</i> (Valenciennes, 1836)	Sarda	3,25	2,23	X	
<b>SILURIFORMES</b>					
<b>Aspredinidae</b>					
<i>Aspredo aspredo</i> (Linnaeus, 1758)	Rebeca	1,37	0,09	X	

**Tabela 2** - Espécies capturadas na Baía de Guajará para entre as coletas de dez/2005 a dez/2006, com% em número e% em peso específico e habitat (continuação).

<b>Classe, Sub-Classe, Ordem, Família, espécies</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>% em número</b>	<b>% em peso</b>	<b>Canal</b>	<b>Igarapé</b>
<b>SILURIFORMES</b>					
<b>Auchenipteridae</b>					
<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	Cachorro de padre	0,17	0,12		X
<i>Ageneiosus</i> aff. <i>Ucayalensis</i> (Castelnau, 1855)	Mandubé	6,15	4,02	X	
<i>Pseudauchenipterus nodosus</i> (Bloch, 1794)	Carataí	0,34	4,03	X	X
<b>Callichthyidae</b>					
<i>Megalechis thoracata</i> (Valenciennes, 1840)	Tamoatá	0,17	1,33		X
<b>Cetopcidae</b>					
<i>Cetopsis</i> sp	Candiru-açu	0,17	0,08	X	
<b>Doradidae</b>					
<i>Lithodoras dorsalis</i> (Valenciennes, 1840)	Bacu	4,44	4,13	X	
<b>Loricariidae</b>					
<i>Peckoltia verniculata</i> (Steindachnes, 1908)	Acari sp. 1	1,20	0,29		X
<i>Ancistrus</i> sp.	Acari sp. 2	0,17	0,07		X
<b>Pimelodidae</b>					
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (Lichtenstein, 1819)	Filhote	1,71	15,61	X	
<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> (Castelnau, 1855)	Dourada	7,86	13,64	X	
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i> (Valenciennes, 1840)	Piramutaba	0,51	0,22	X	

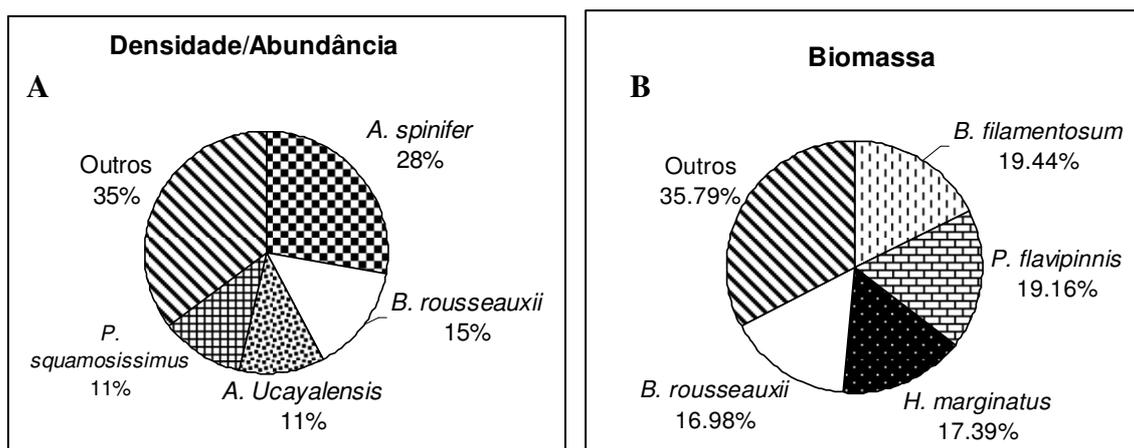
**Tabela 2** - Espécies capturadas na Baía de Guajará para entre as coletas de dez/2005 a dez/2006, com% em número e% em peso específico e habitat (continuação).

<b>Classe, Sub-Classe, Ordem, Família, espécies</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>% em número</b>	<b>% em peso</b>	<b>Canal</b>	<b>Igarapé</b>
<b>Pimelodidae</b>					
<i>Hypophthalmus marginatus</i> Valenciennes, 1840	Mapará	2,91	13,96	X	
<i>Pimelodus gr. Altipinnis</i> (Steindachner, 1864)	Mandí	1,37	0,38	X	X
<i>Pimelodus blochii</i> (Valenciennes, 1840)	Mandí-açu	0,34	0,19	X	X
<i>Rhamdia</i> sp.	Jundiá	0,34	0,12		X
<b>PERCIFORMES</b>					
<b>Carangidae</b>					
<i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier, 1833)	Pratiuíra	1,37	0,73		X
<b>Cichlidae</b>					
<i>Geophagus</i> sp.	Cará	0,51	0,12		X
<i>Geophagus proximus</i> (Castelnau, 1855)	Cará amarelo	0,17	1,49		X
<i>Crenicichla ocellata</i> (Perugia, 1897)	Jacundá	0,17	0,43		X
<b>Sciaenidae</b>					
<i>Pachypops furchaeus</i>	Pescada sp.	2,39	0,84		X
<i>Plagioscion auratus</i> (Castelnau, 1855)	Pescada preta	0,34	0,34		X
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1940)	Pescada Branca	8,89	9,42	X	X

**Tabela 2** - Espécies capturadas na Baía de Guajará para entre as coletas de dez/2005 a dez/2006, com% em número e% em peso específico e habitat (continuação).

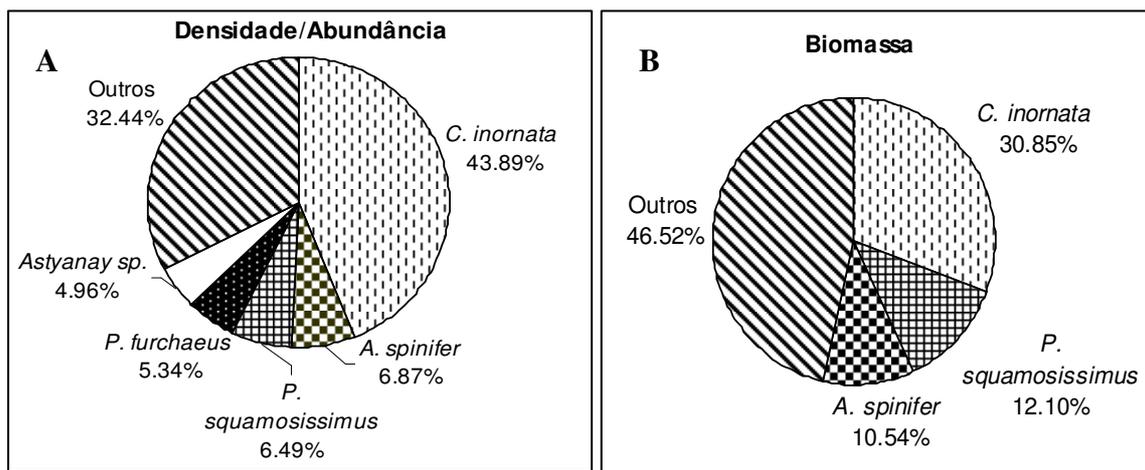
<b>Classe, Sub-Classe, Ordem, Família, espécies</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>% em número</b>	<b>% em peso</b>	<b>Canal Igarapé</b>
<b>TETRAODONTIFORMES</b>				
<b>Tetraodontidae</b>				
<i>Colomesus asellus</i> (Müller & Troschel, 1848)	Baiacu	0,68	0,34	X

As espécies mais representativas (CPUEn) no canal principal foram *A. spinifer* com 28% e *B. rousseauxii* com 15% (Figura 17A). Em termos de CPUEb, as espécies mais representativas foram *B. filamentosum* com 19,44%, *Pellona flavipinnis* com 19,16%, *Hypophthalmus marginatus* com 17,4%, *B. rousseauxii* com 17% (Figura 17B).



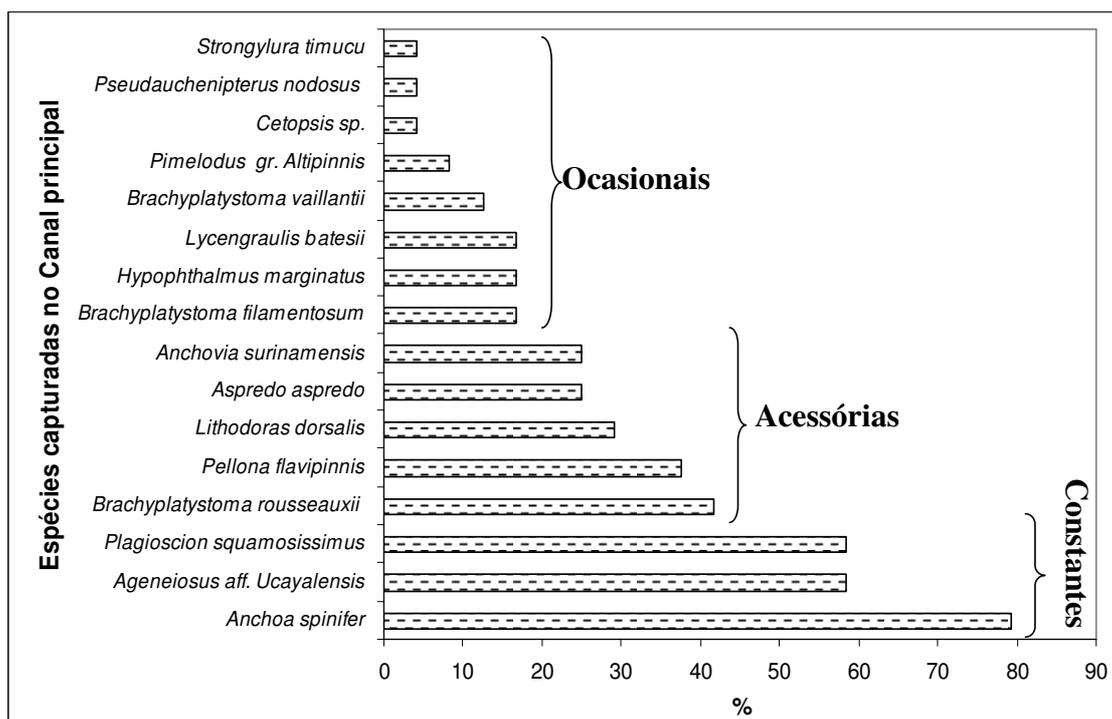
**Figura 17** - Porcentagem em CPUEn (A) e em CPUEb (B) das espécies mais representativas no Canal da Baía de Guajará para entre as coletas de dez/2005 a set/2006

Nos igarapés, a espécie dominante numericamente foi *C. inornata* com 43,9% enquanto que em CPUEb, foram *C. inornata* com 30,84%, *P. squamosissimus* com 12,10% e *A. spinifer* com 10,54% (Figura 18 A e B).



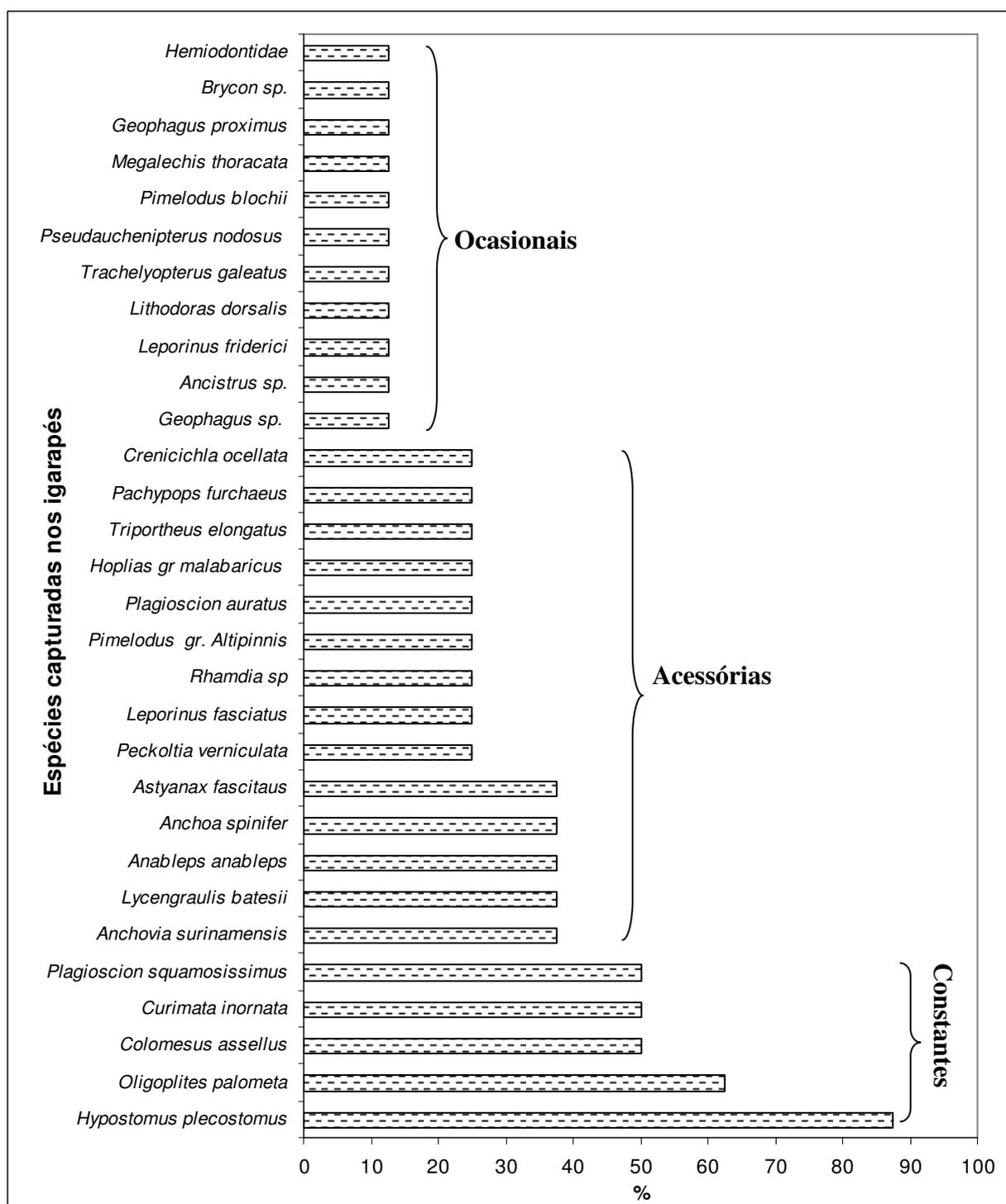
**Figura 18** - Porcentagem em CPUE<sub>n</sub> (A) e em CPUE<sub>b</sub> (B) das espécies mais representativas dos Igarapés nas margens da baía de Guajará para entre as coletas de mar/2005 a dez/2006

No canal, foram capturadas 16 espécies onde 9 foram exclusivas a este ambiente. As espécies *A. spinifer*, *A. aff. ucayalensis* e *P. squamosissimus* foram consideradas constantes (aquelas que efetivamente compõem a ictiofauna do estuário). Apenas *B. rousseauxii*, *P. flavipinnis*, *L. dorsalis*, *Anchovia surinamensis* (sardinha de gato) e *Aspredo aspredo* (rebeca) foram consideradas acessórias (são consideradas acidentais). A maioria das espécies foi considerada como ocasionais (apresentaram ocorrência restrita no espcio e no tempo) (Figura 19).



**Figura 19** - Constância das espécies capturadas no canal principal. Constantes:  $c \geq 50\%$ ; Acessórias:  $25\% \leq c < 50\%$ ; Ocasionais:  $c < 25\%$ .

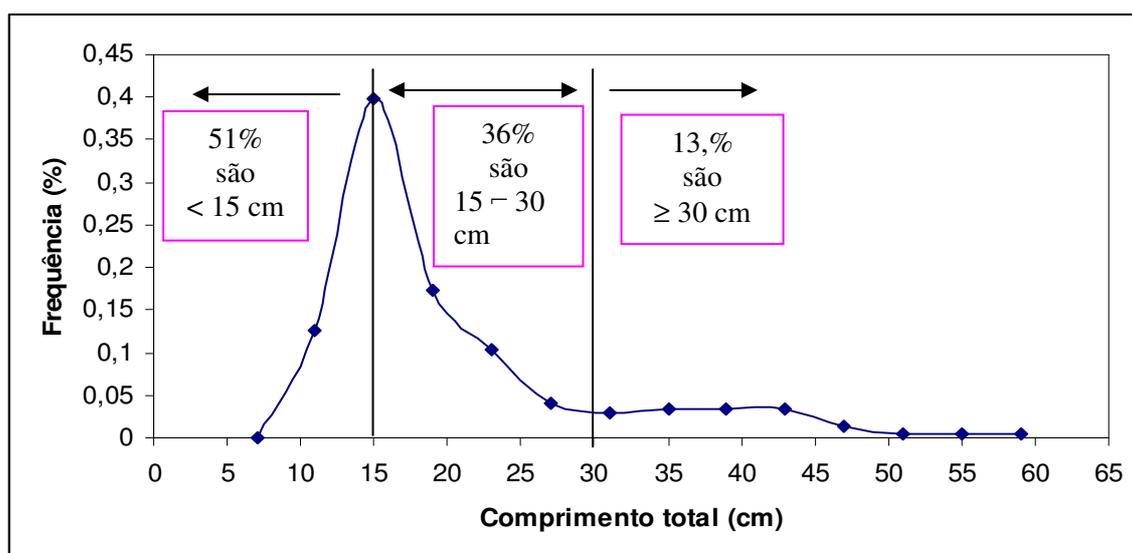
Os igarapés apresentaram maior riqueza (31 espécies) quando comparados com o ambiente de canal, sendo que 24 espécies foram capturadas exclusivamente neste ambiente. Destas, 5 (*H. plecostomus*, *Colomesus asellus*, *C. inornata*, *Oligoplites palometa* e *P. squamosissimus*) foram consideradas constantes. A maioria das espécies foi considerada acessória (13) e ocasional (12) (Figura 20).



**Figura 20** - Constância das espécies capturadas nos igarapés. Constantes:  $c \geq 50\%$ ; Acessórias:  $25\% \leq c < 50\%$ ; Ocasionais:  $c < 25\%$ .

As espécies que habitam a baía do Guajará são, em grande parte, de pequeno porte. Cerca de 51% dos indivíduos possuem comprimento total inferior a 15 cm (Figura 21). As espécies *C. inornata* (36,6%), *A. spinifer* (24%),

*A. surinamensis* (5,8%) e *L. dorsalis*. (4,4%) foram as de pequeno porte mais dominantes em número. As espécies de médio porte (comprimento total variando entre 15 a 30 cm) representaram numericamente 35,6% total (Figura 21). As espécies *P. squamosissimus* (21,4%), *A. aff. ucayalensis* (16,5%), *A. spinifer* (13%), *B. rousseauxii* (10,2%) foram as mais representativas. Apenas 13,5% tiveram o comprimento total superior a 30 cm e foram consideradas como de grande porte, tais como a *B. rousseauxii* (32,5%), *P. flavipinnis* (24,7%), *H. marginatus* (22,10%) e *B. filamentoum* (13%) (Figura 21). Nos igarapés não houve capturas de espécies de grande porte.



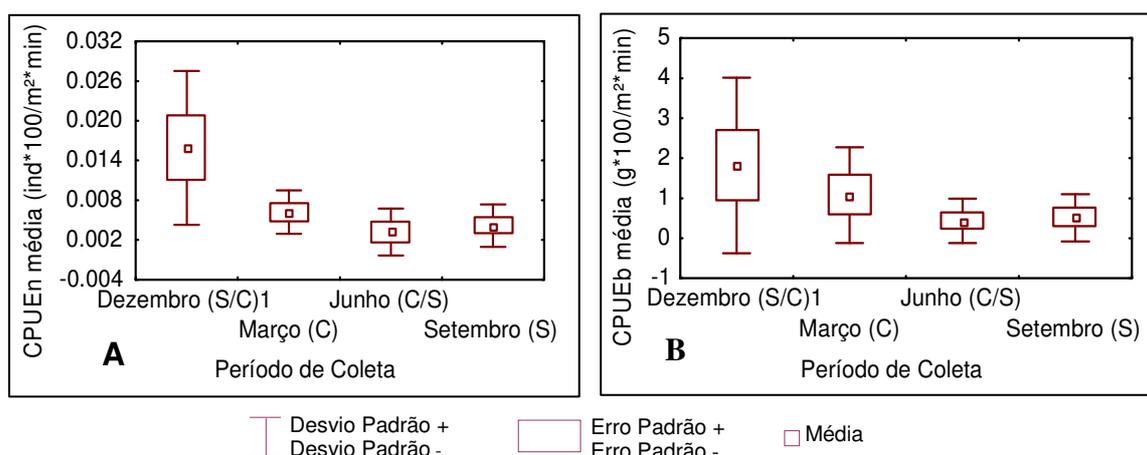
**Figura 21** - Relação freqüência por comprimento das espécies de peixes capturadas na baía do Guajará

## 5.2. ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS ESPÉCIES

### 5.2.1. Ictiofauna

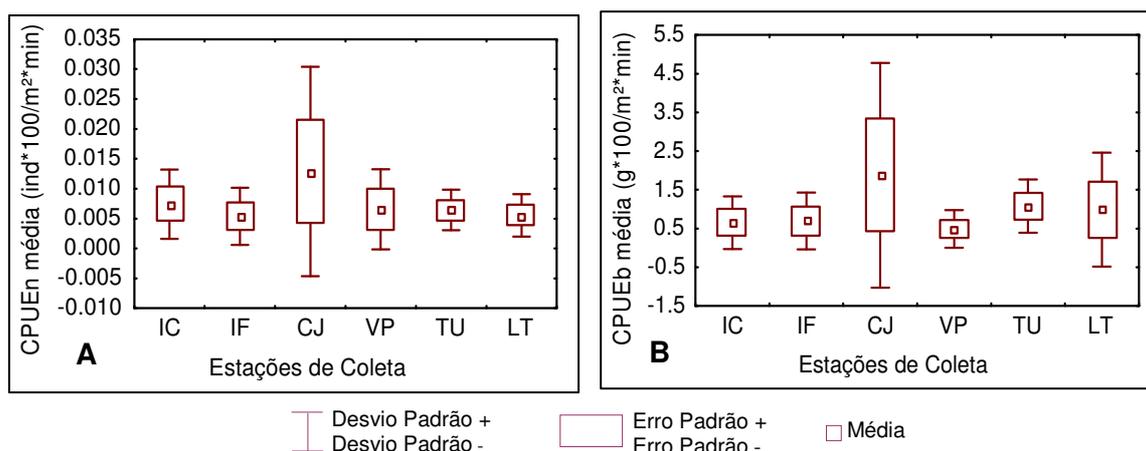
#### 5.2.1.1 Canal principal

A tendência observada mostra que a captura por unidade de esforço numérica ou abundância relativa numérica (CPUE<sub>n</sub>) média da ictiofauna capturada no canal principal da baía do Guajará culmina no mês de dezembro e declina em Março, Junho e Setembro. A diferença entre os períodos foi significativa ( $p < 0,05$ ) entre a coleta de dezembro e os outros períodos, exceto para a coleta de março (Figura 22A). Em termos de CPUE<sub>b</sub>, não houve diferença significativa entre os períodos de coletas (Figura 22B). Em dezembro foi o período onde ocorreram as maiores abundâncias e também onde houve as maiores variabilidades (número e peso).



**Figura 22** - Abundância média das espécies por período de coleta em CPUE<sub>n</sub> (A) e CPUE<sub>b</sub> (B) capturadas na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco;

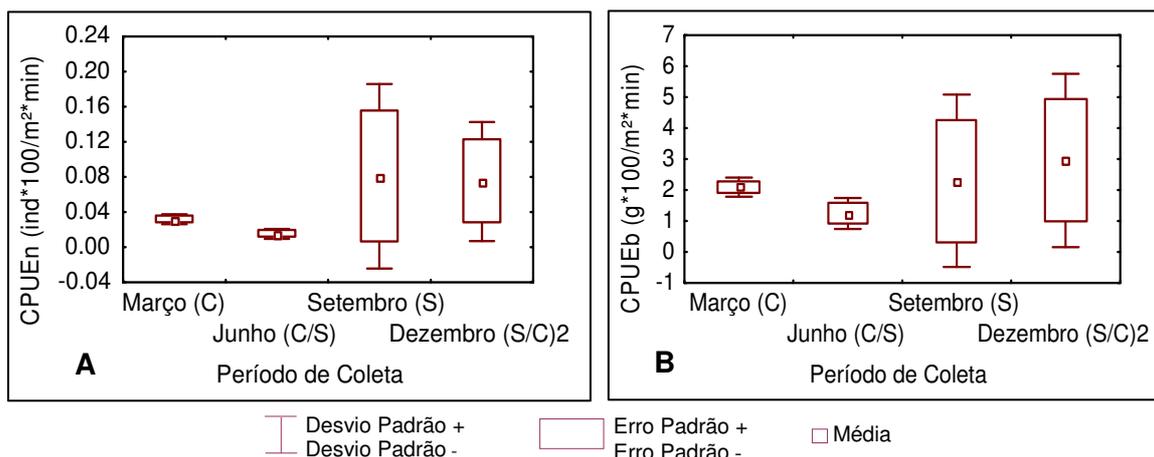
Considerando as estações de coletas, tanto a CPUEn como a CPUEb foram similares entre as estações ( $p > 0,05$ ). Entretanto, percebeu-se que a estação Canal do Jacaré apresentou os maiores valores assim como a maior variabilidade dos dados (Figura 23 A e B).



**Figura 23** - Abundância relativa média por estação de coleta para a CPUEn (A) e CPUEb (B) da ictiofauna capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **TU** – Tucunduba; **VP** – Ver-o-Peso.

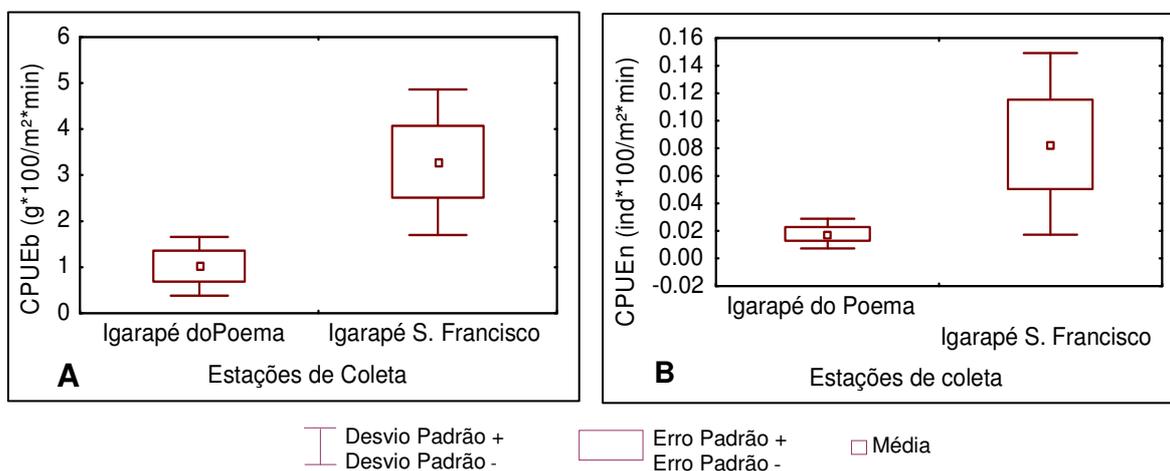
#### 5.2.1.2 Igarapés

A CPUEn e CPUEb nos igarapés foram similares para todos os períodos do ano ( $P > 0,05$ ), apresentando medias maiores, porém com uma alta variabilidade, nas coletas de setembro (S) e dezembro (S/C) (Figura 24 A e B).



**Figura 24** - CPUE<sub>n</sub> (A) e CPUE<sub>b</sub> (B) por período de coleta da ictiofauna capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006. S/C: transição entre o período seco e período chuvoso; C: período chuvoso; C/S: transição entre o período chuvoso e período seco; S: período seco;

A Estação Igarapé São Francisco apresentou as maiores CPUE<sub>n</sub> e CPUE<sub>b</sub> (Figura 25 A e B), assim como as maiores médias e maiores variabilidade dos dados, embora diferenças significativas fossem registradas apenas para a CPUE<sub>b</sub> ( $p < 0,05$ ).



**Figura 25** - Abundância relativa média por estação de coleta para a CPUE<sub>n</sub> (A) e CPUE<sub>b</sub> (B) da ictiofauna capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006.

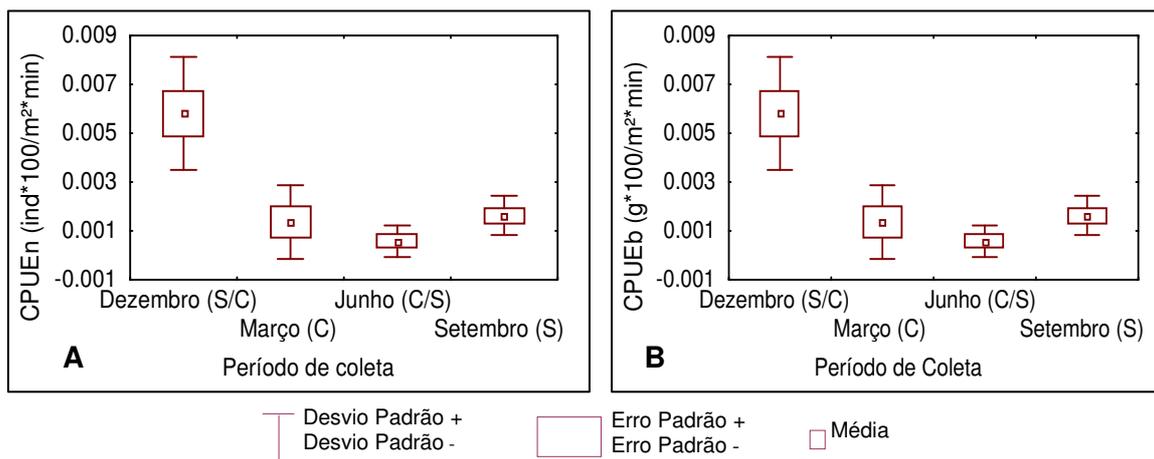
## 5.2.2. Principais Espécies

### 6.2.2.1. Canal Principal

As espécies mais capturadas em abundância numérica no canal principal foram *A. spinifer* (sardinha arapaia), *A. ucayalensis* (madubé), *B. rousseauxii* (dourada), *L. dorsalis* (bacu). Em biomassa se destacaram *P. flavipinnis* (sarda), *B. rousseauxii*, *H. marginatus* (mapará) e *P. squamosissimus*.

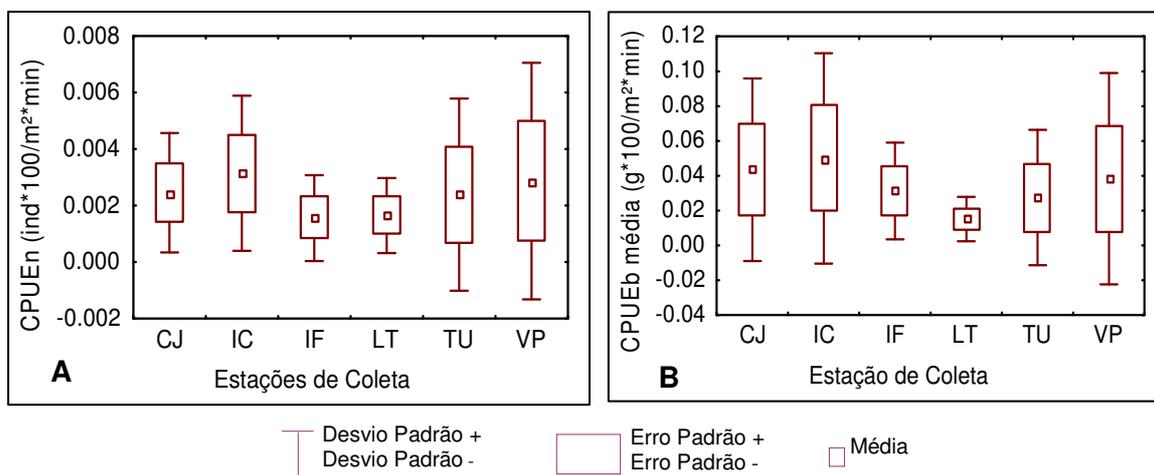
#### ***Anchoa spinifer* (Sardinha arapaia)**

A sardinha arapaia foi a espécie que apresentou maior captura no canal. Esta espécie foi capturada ao longo de todo o ano e em quase todas as estações de coleta. Foi observado que houve diferença significativa entre os períodos de coletas ( $p < 0,01$ ). Os maiores valores e as maiores variabilidades de CPUE<sub>n</sub> e de CPUE<sub>b</sub> foram encontrados em dezembro (Figura 26 A e B).



**Figura 26** - CPUE<sub>n</sub> (A) e CPUE<sub>b</sub> (B) de *Anchoa spinifer* (sardinha arapaia) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. S/C: transição entre o período seco e período chuvoso; C: período chuvoso; C/S: transição entre o período chuvoso e período seco; S: período seco.

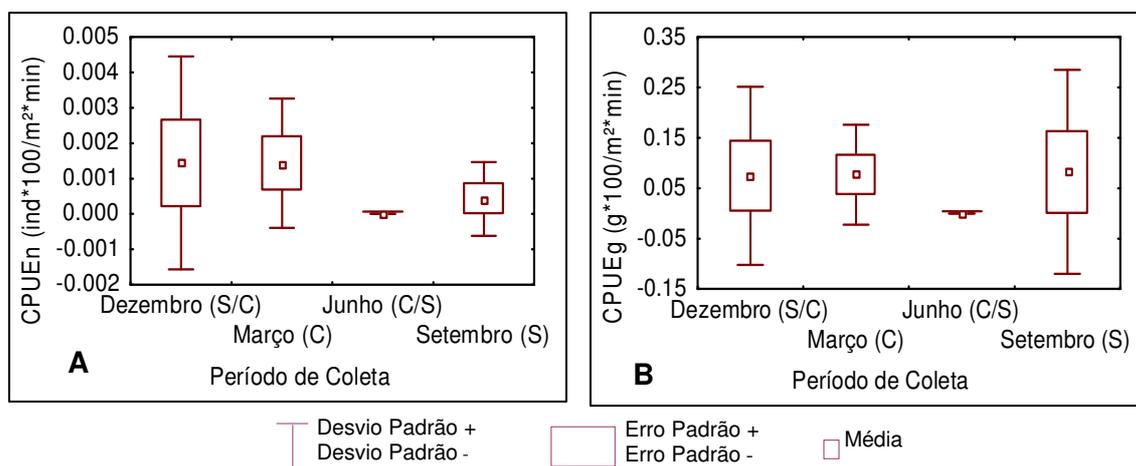
Considerando as estações de coletas, foi observado que não houve diferença significativa entre as mesmas ( $p > 0,05$ ). Entretanto, as estações Ilha do Fortinho e Linhão do Tucuruí apresentaram as menores variabilidades de CPUE<sub>n</sub> e CPUE<sub>b</sub> (Figura 27 A e B),



**Figura 27** - CPUE<sub>n</sub> (A) e CPUE<sub>b</sub> (B) de *Anchoa spinifer* (sardinha arapaia) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006 por estação de coleta. CJ - Canal do Jacaré; IC - Icoaraci; IF - Ilha do Fortinho; TU - Tucunduba; VP - Ver-o-Peso.

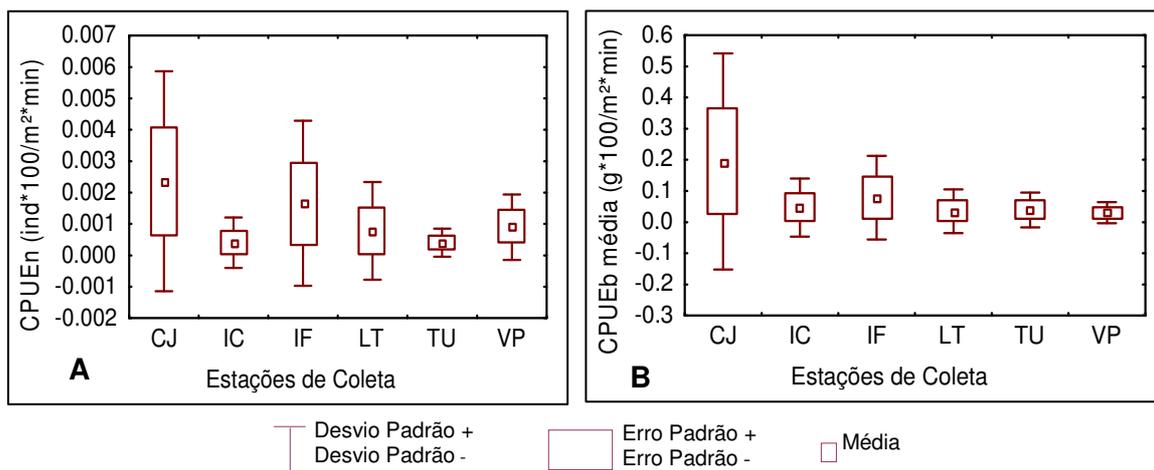
### Ageneiosus aff. Ucayalensis (Mandubé)

O mandubé foi a segunda espécie mais importante em termos de capturas. As maiores abundâncias médias de CPUEn e CPUEb ocorreram em dezembro, com um significativo decréscimo nos valores quando comparados aos outros períodos de coletas ( $p < 0,05$ ), obtendo a menor média e menor variabilidade em junho (Figura 28 A e B).



**Figura 28** – CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Ageneiosus* aff. *Ucayalensis* (mandubé) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco;

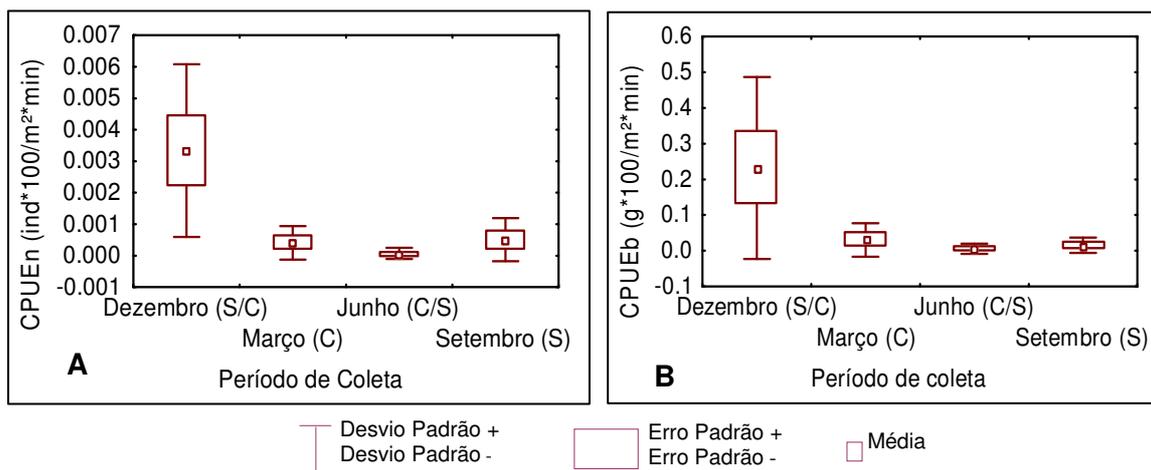
Em relação às estações de coleta, foram observadas CPUE semelhantes entre as estações ( $p > 0,05$ ), embora o Canal do Jacaré (CPUEn e CPUEb) e a Ilha do Fortinho (CPUEn) se destacaram em relação às demais estações apresentando as maiores variabilidades (Figura 29 A e B).



**Figura 29** - CPUE<sub>En</sub> (A) e CPUE<sub>b</sub> (B) de *Ageneiosus aff. Ucayalensis* (mandubé) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006 por estação de coleta. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** - Icoaraci; **IF** - Ilha do Fortinho; **TU** - Tucunduba; **VP** - Ver-o-Peso.

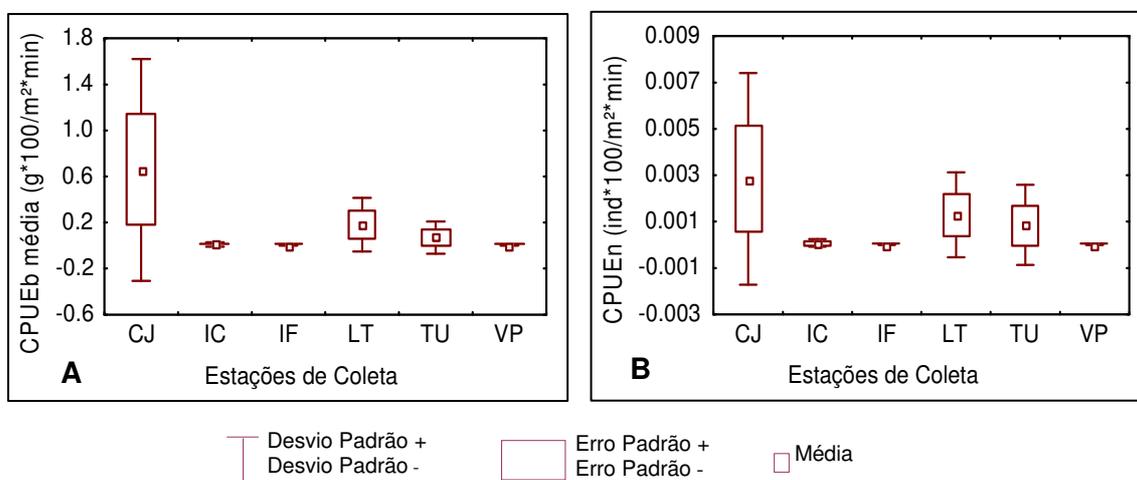
### ***Brachyplatystoma rousseauxii* (Dourada)**

A dourada apresentou a terceira maior CPUE no canal. Esta espécie apresentou diferença temporal entre os períodos de coletas. Em dezembro foram registradas as maiores abundâncias tanto para a CPUE<sub>En</sub> como a CPUE<sub>b</sub> e maiores variabilidades. Os outros períodos de coletas apresentaram valores bem abaixo do encontrado em dezembro (Figura 30 A e B). Apesar de ter havido variações ao longo do período estudado, diferenças significativas não foram registradas para a CPUE<sub>En</sub> ( $p > 0,05$ ), entretanto a CPUE<sub>b</sub> variou significativamente ( $p < 0,01$ ) em dezembro em relação aos demais períodos de coletas.



**Figura 30** - CPUE n (A) e CPUE b (B) de *Brachyplatystoma rousseauxii* (Dourada) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

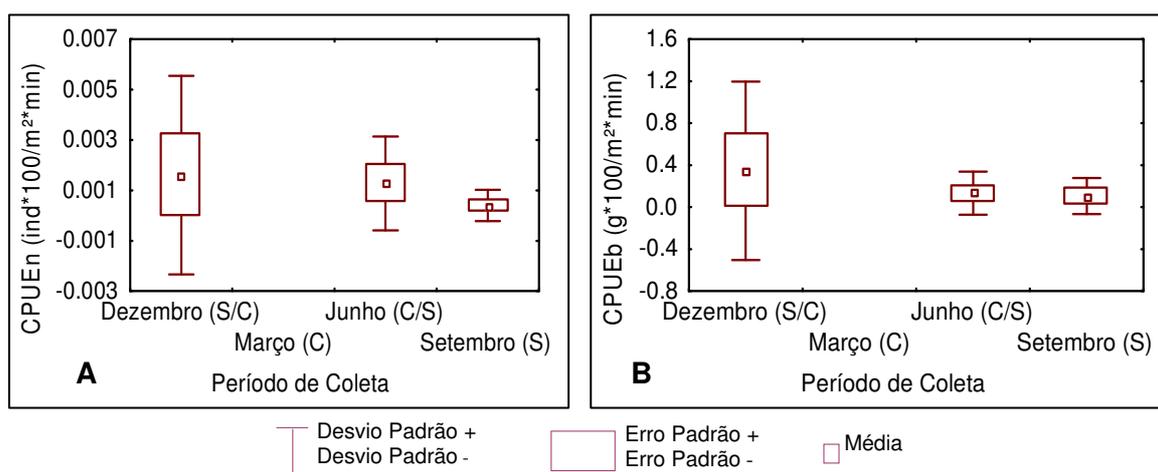
As estações mostraram abundâncias semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ). (Figura 31 A e B), com maiores variabilidades em dezembro.



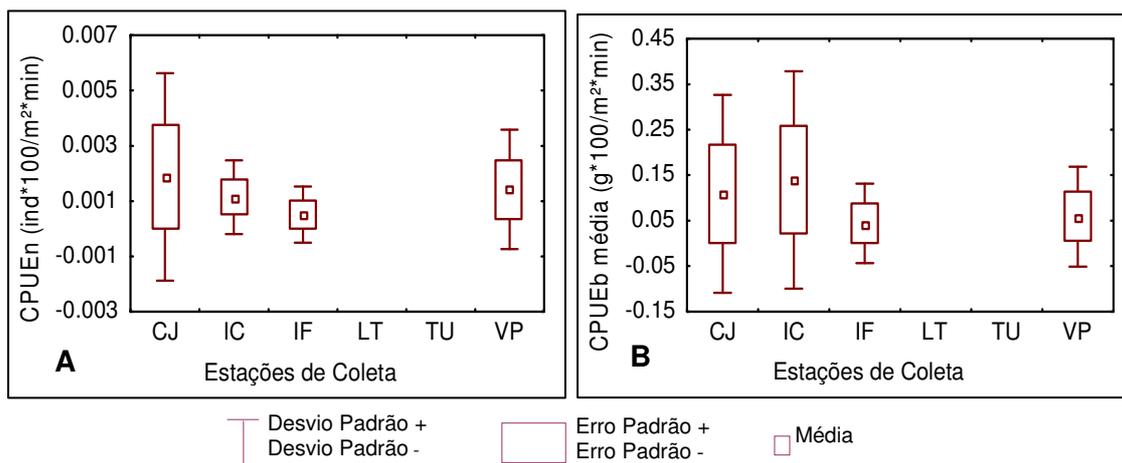
**Figura 31** - CPUE b (A) CPUE n (B) de *Brachyplatystoma rousseauxii* (Dourada) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006 por estação de coleta. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** - Icoaraci; **IF** - Ilha do Fortinho; **TU** - Tucunduba; **VP** - Ver-o-Peso

### ***Lithodoras dorsalis* (bacu)**

O bacu foi a quarta espécie mais importante na baía do Guajará. A espécie apresentou variações elevadas entre os períodos, com maiores variabilidade em dezembro (CPUE<sub>n</sub> e CPUE<sub>b</sub>) e em junho (CPUE<sub>n</sub>), e as estações amostradas, com elevadas variações nas estações Canal do Jacaré (CPUE<sub>n</sub> e CPUE<sub>b</sub>) e Icoaraci (CPUE<sub>b</sub>). Não houve capturas nas estações Linhão do Tucuruí e Tucunduba e nenhum indivíduo foi capturado na área em março (Figura 32 A e B e 33 A e B). Não houve diferença significativa entre época do ano e entre estações de coleta.



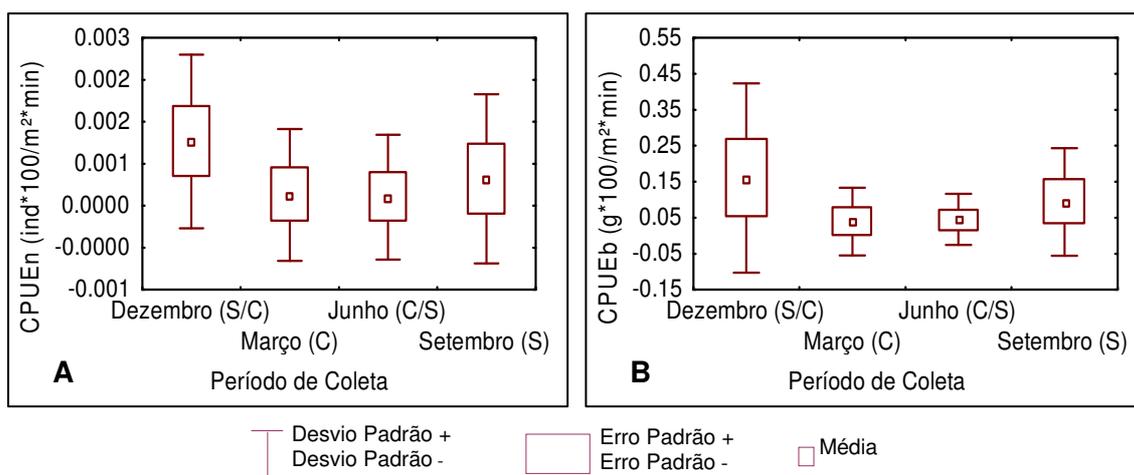
**Figura 32** - CPUE<sub>n</sub> (A) e CPUE<sub>b</sub> (B) de *Lithodoras dorsalis* (bacu) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.



**Figura 33** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Lithodoras dorsalis* capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006 por estação de coleta. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **TU** – Tucunduba; **VP** – Ver-o-Peso.

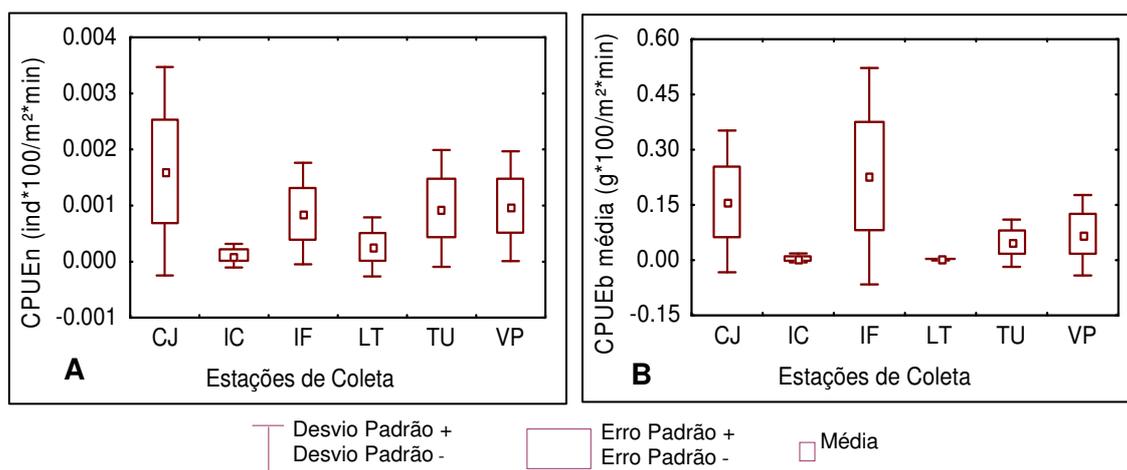
### ***Plagioscion squamosissimus* (Pescada branca)**

A pescada branca, quinta espécie mais abundante, foi capturada em todos os períodos de coleta. As maiores CPUEn e CPUEb foram registradas (embora não houvesse diferenças significativas,  $p > 0,05$ ) em dezembro (Figura 34 A e B).



**Figura 34** - CPUEn (A) e CPUEb (B) *Plagioscion squamosissimus* (Pescada branca) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

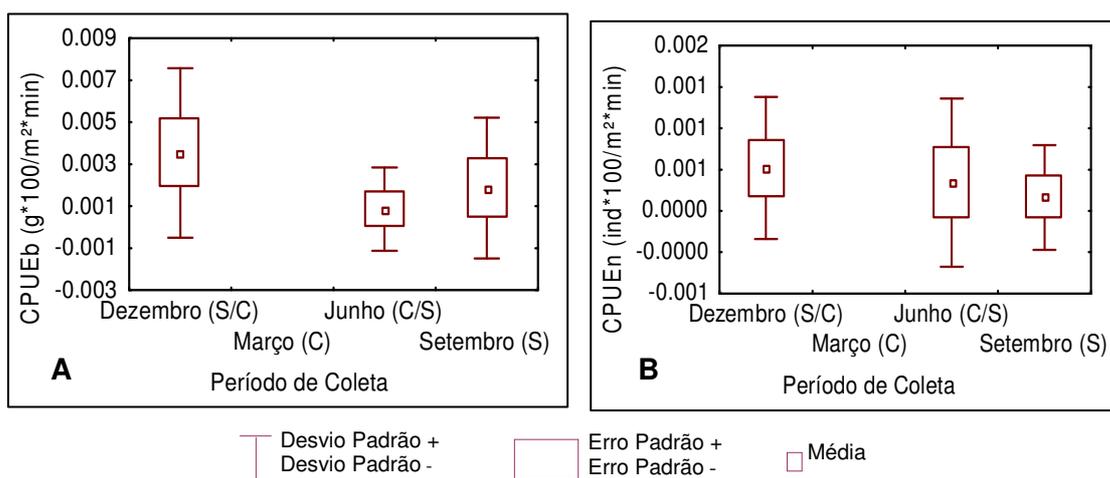
Também não houve diferença significativa entre as estações de coleta ( $p > 0,05$ ). Contudo, os menores valores de CPUEn e CPUEb e as menores variabilidades foram observados nas estações Icoaraci e Linhão do Tucuruí (Figuras 35 A e B).



**Figura 35** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Plagioscion squamosissimus* (Pescada branca) capturada na baía de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006 por estação de coleta. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** - Icoaraci; **IF** - Ilha do Fortinho; **TU** - Tucunduba; **VP** - Ver-o-Peso.

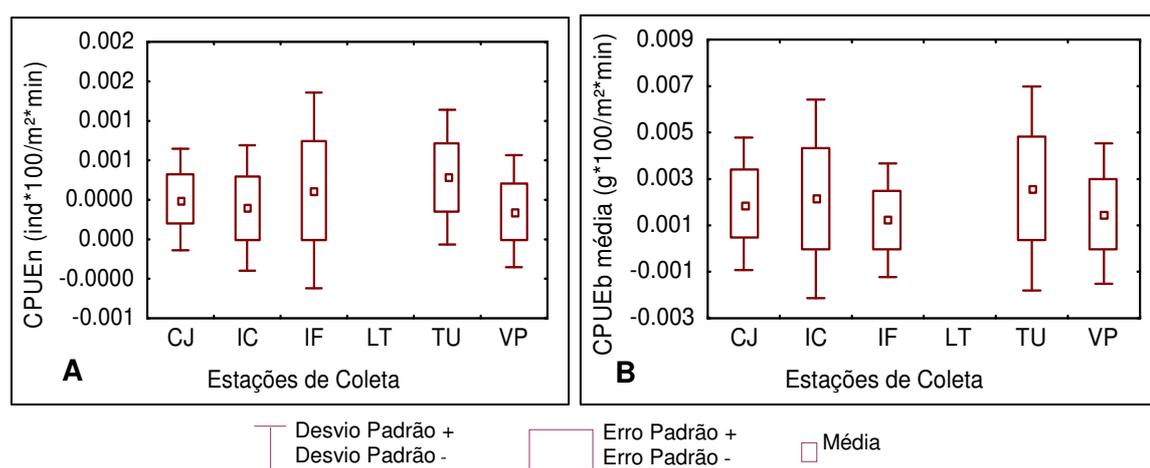
### *Pellona flavipinnis* (sarda)

A sarda foi a espécie mais abundante em relação à CPUEb. Sua captura ocorreu em quase todos os períodos de coletas. As maiores CPUEn e CPUEb foram registradas em dezembro, porém a diferença só foi significativa em relação à CPUEb ( $p < 0,05$ ) (Figura 36 A e B).



**Figura 36** - Abundância relativa média para a *Pellona flavipinnis* (sarda) considerando a CPUEn (A) e a CPUEb (B), capturada na ba de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006. **S/C**: transio entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transio entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

Em relao às estaoes de coleta, a CPUEn e CPUEb foram semelhantes entre estaoes ( $p > 0,05$ ). No Linhão do Tucuruí não houve captura da espécie (Figura 37 A e B).



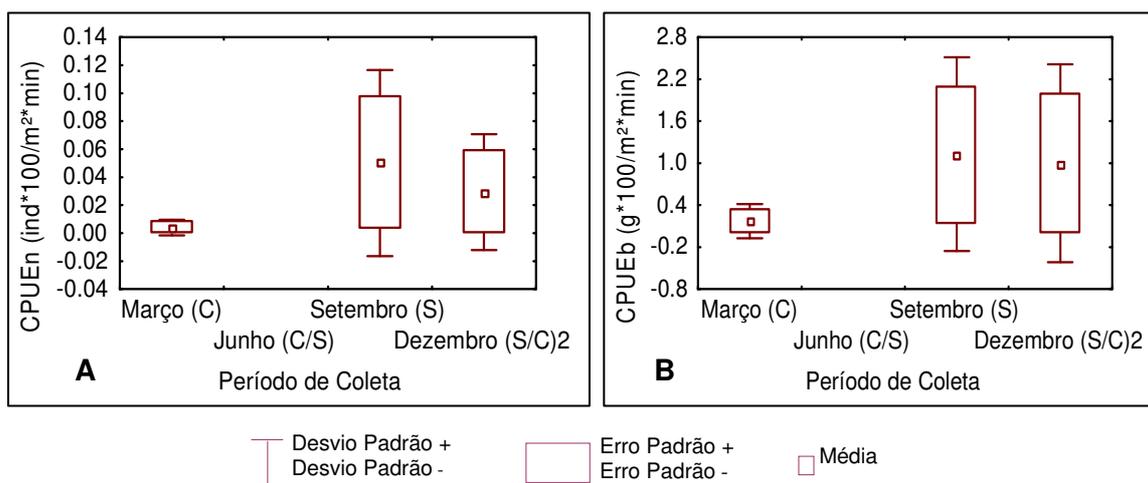
**Figura 37** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Pellona flavipinnis* (sarda) capturada na ba de Guajará entre as coletas de dez/2005 a set/2006, por estaoes de coleta. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** - Icoaraci; **IF** - Ilha do Fortinho; **TU** - Tucunduba; **VP** - Ver-o-Peso.

### 5.2.2.2 Igarapés

As espécies mais abundantes numericamente e em biomassa nos igarapés foram *C. inornata* (branquinha), *A. spinifer* (sardinha arapaia), *H. plecostumus* (acari).

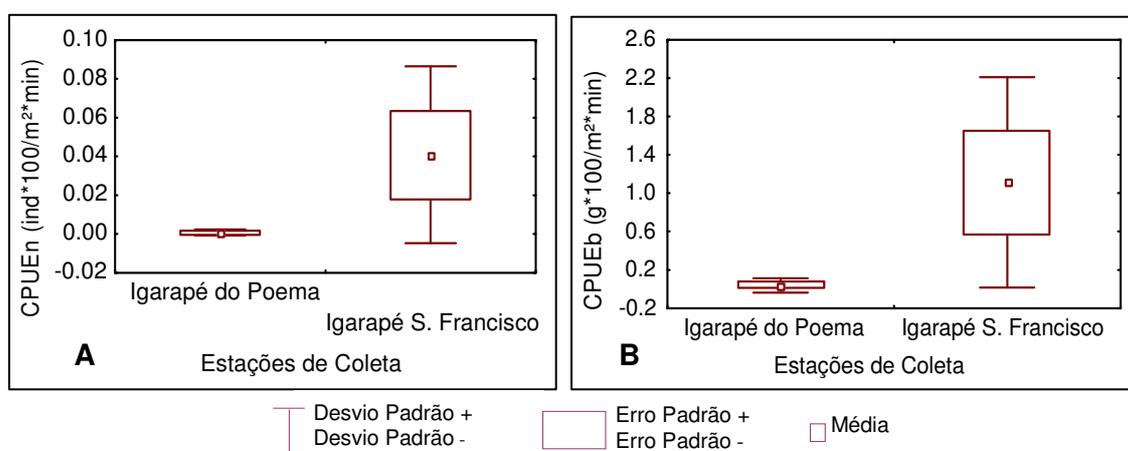
#### ***Curimata inornata* (branquinha)**

De todas as espécies a branquinha foi a que apresentou maior abundância nos igarapés. Ela foi capturada nas duas estações de coleta em quase todos os períodos climáticos, com exceção em junho, apresentando as maiores variabilidades em setembro e dezembro (Figura 38 A e B). Apesar disto, foi observado que sazonalmente esta espécie não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ), para CPUE<sub>n</sub> e em CPUE<sub>b</sub> respectivamente.



**Figura 38** - CPUE<sub>n</sub> (A) e CPUE<sub>b</sub> (B) de *C. inornata* (branquinha) capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

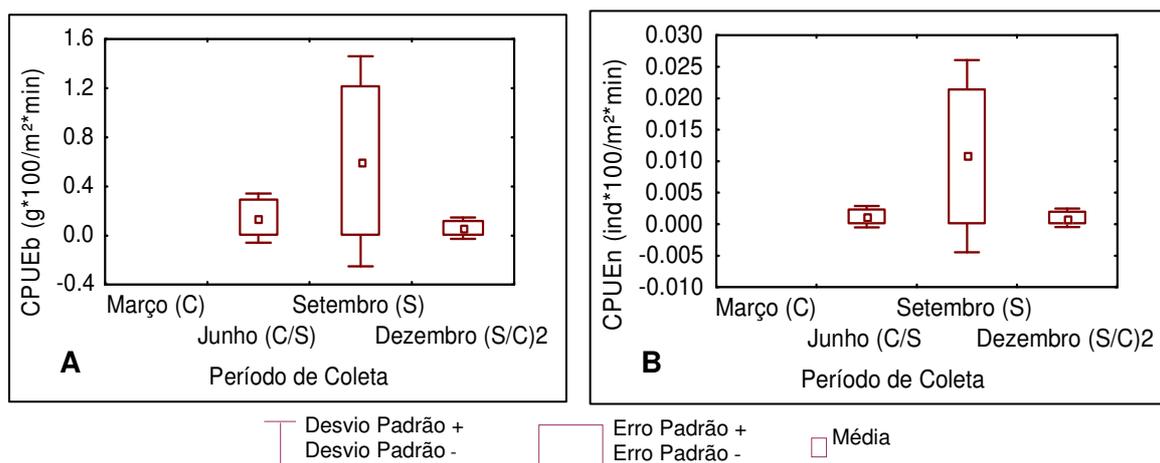
Com base nas estações de coletas foi observado que o igarapé São Francisco foi o que apresentou maior CPUEn e CPUEb (Figura 39 A e B) quando comparado com a estação igarapé do Poema, porém estes valores não foram considerados significativos ( $p > 0,05$ ). No igarapé do Poema, a espécie só foi capturada em setembro que foi no mesmo período em que foi encontrada a maior CPUEn.



**Figura 39** - CPUEn (A) e CPUEb (B) de *Curimata inornata* (branquinha) capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006, considerando as estações de coleta.

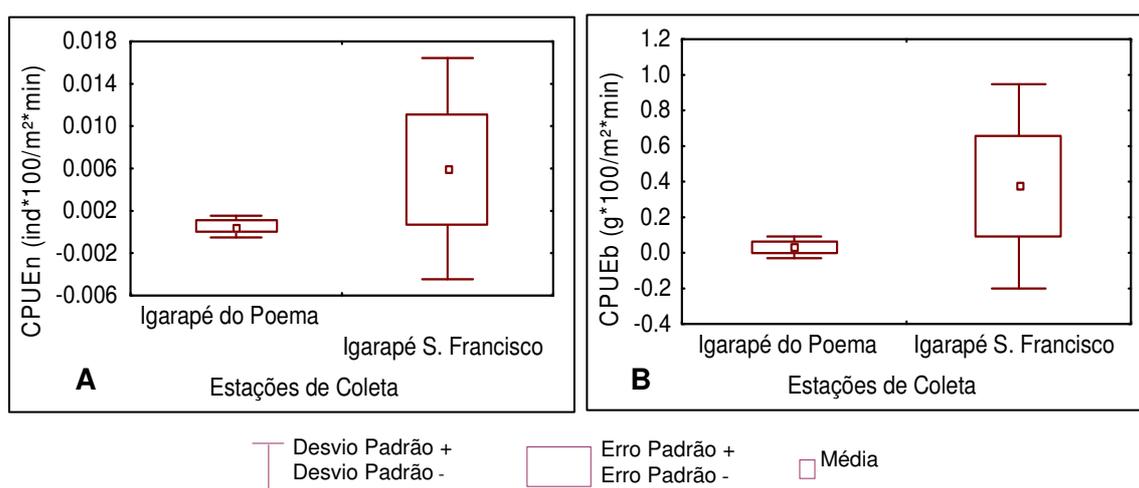
### ***Anchoa spinifer* (Sardinha arapaia)**

Não houve diferença estatística da sardinha arapaia entre os períodos climáticos ( $p > 0,05$ ). Entretanto, em setembro foi o período que apresentou a maior CPUE (em número e biomassa) e maior variabilidade, não havendo registro da espécie em março (Figura 40 A e B).



**Figura 40** - CPUE<sub>n</sub> (A) e CPUE<sub>b</sub> (B) de *Anchoa spinifer* (sardinha arapaia) capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

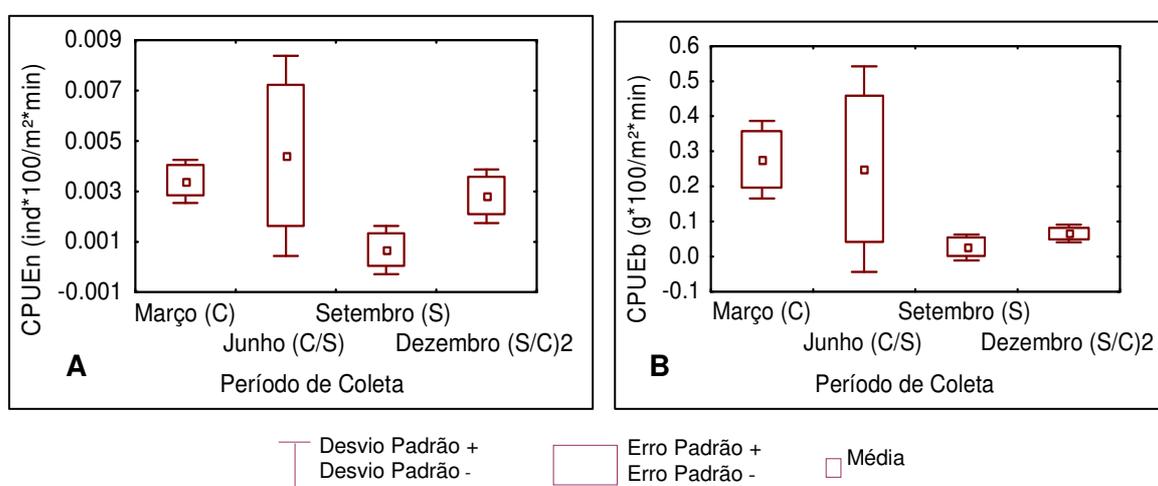
Em relação às estações de coleta, não houve diferença estatística ( $P > 0.05$ ). Entretanto, registra-se que apenas em dezembro foram registrados capturas da espécie no igarapé do Poema. Para o igarapé São Francisco, ocorreram os maiores valores e as maiores variabilidades (Figura 41 A e B).



**Figura 41** - CPUE<sub>n</sub> (A) e CPUE<sub>b</sub> (B) de *Anchoa spinifer* (sardinha arapaia) capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006, considerando as estações de coleta.

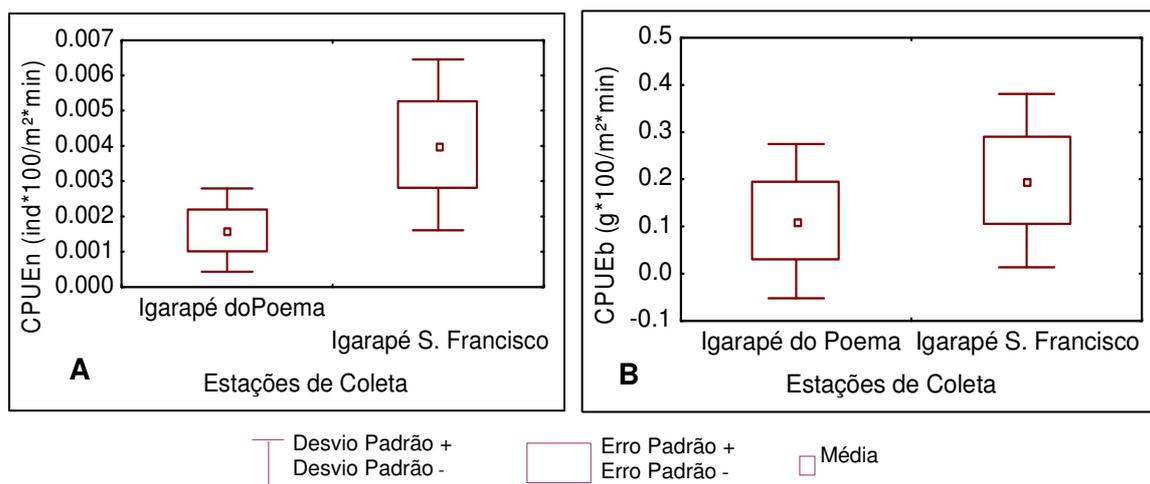
### *Hypostomus plecostomus* (acari)

Esta espécie foi capturada em todos os períodos de coleta não havendo diferença estatística significativa entre esses períodos tanto para CPUE<sub>n</sub> como em CPUE<sub>b</sub> ( $P > 0.05$ ), entretanto as maiores variabilidades ocorreram em junho (Figura 42 A e B).



**Figura 42** - CPUE<sub>n</sub> (A) e CPUE<sub>b</sub> (B) de *Hypostomus plecostomus* (acari) capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

Para as estações de coleta também não foram notadas diferença significativas ( $p > 0,05$ ). As variabilidades das amostras foram semelhantes para as duas estações de coleta (Figura 43 A e B).



**Figura 43** - CPUE<sub>En</sub> (A) e CPUE<sub>b</sub> (B) da *Hypostomus plecostomus* (acari) capturada nos igarapés, as margens da baía de Guajará entre as coletas de mar/2006 a dez/2006, considerando as estações coleta.

### 5.3 UTILIZAÇÃO DO HABITAT PELA ICTIOFAUNA COMO ÁREA DE BERÇÁRIO, REPRODUÇÃO E ALIMENTAÇÃO

Cerca de 58% das espécies utilizam a Baía de Guajará como área berçário, caracterizado pela presença de indivíduos juvenis (estágio maturacional A) (Tabela 3). Deste total, 41% foram encontradas apenas no canal, 23,5% encontrado apenas nos igarapés e 35,5% nos dois ambientes (Tabela 3). Dentre as espécies que utilizam a área como berçário destaca-se a *B. rousseauxii*, cujos indivíduos que habitam a área possuíam comprimento de 16,4 a 45 cm (Tabela 3). A *L. dorsalis*, caracterizado 100% por indivíduos imaturos, também se destacou por utilizar a área como berçário.

**Tabela 3** - Organismos que estão utilizando a baía do Guajará como área berçário e reprodução. Ltotal-Comprimento total, Lmédio – comprimento médio.

ESPÉCIE	Amplitude L total (cm)	Lmédio (cm)	Utilização como reprodução* (%)	Área de reprodução	Utilização como berçário (%) **	Área de berçário
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	14,5	14,5	0	-	100	Igarapés
<i>Ageneiosus</i> aff. <i>Ucayalensis</i>	15 - 36,6	21,36	2,78	Igarapés	97,22	Canal
<i>Anableps anableps</i>	17,5 - 24,2	21,03	100	Igarapés	0	-
<i>Anchoa spinifer</i>	8 - 25	12,82	68,87	Canal e Igarapés	31,13	Canal e Igarapés
<i>Anchovia surinamensis</i>	8 - 15,7	12,74	63,16	Canal e Igarapés	36,84	Canal e Igarapés
<i>Ancistrus</i> sp.	14	14	0	-	100	Igarapés
<i>Aspredo aspredo</i>	13 - 17,4	14,6	50	Canal	50	Canal
<i>Astyanax fasciatus</i>	8 - 10,7	9,8	57,14	Igarapés	42,36	Igarapés
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	35 - 57	43,71	0	-	100	Canal
<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	16,4 - 45	30,38	0	-	100	Canal
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	15,1 - 23	19,03	0	-	100	Canal
<i>Brycon</i> sp.	13	-	0	-	100	Igarapé
<i>Cetopsis</i> sp.	13,5	13,5	100	Igarapés	0	-
Hemiodontidae	11		100	Igarapés	0	-
<i>Colomesus asellus</i>	10,5 - 13,2	11,56	75	Igarapés	25	Igarapés
<i>Curimata inornata</i>	10,4 - 16,63	12,18	78,26	Igarapés	21,74	Igarapés
<i>Lithodoras dorsalis</i>	10,1 - 31,5	17,66	0	-	100	Canal e Igarapés
<i>Geophagus</i> sp.	9,2 - 10,3	11	0	-	100	Igarapés
<i>Hoplias</i> gr <i>malabaricus</i>	22 - 28	25	100	Igarapés	0	-
<i>Hypophthalmus marginatus</i>	38,5 - 48	43,25	0	-	100	Canal
<i>Hypostomus plecostomus</i>	13,8 - 20	16,38	23,08	Igarapés	76,92	Igarapés

**Tabela 3** - Organismos que estão utilizando a baía do Guajará como área berçário e reprodução. Ltotal-Comprimento total, Lmédio – comprimento médio (continuação).

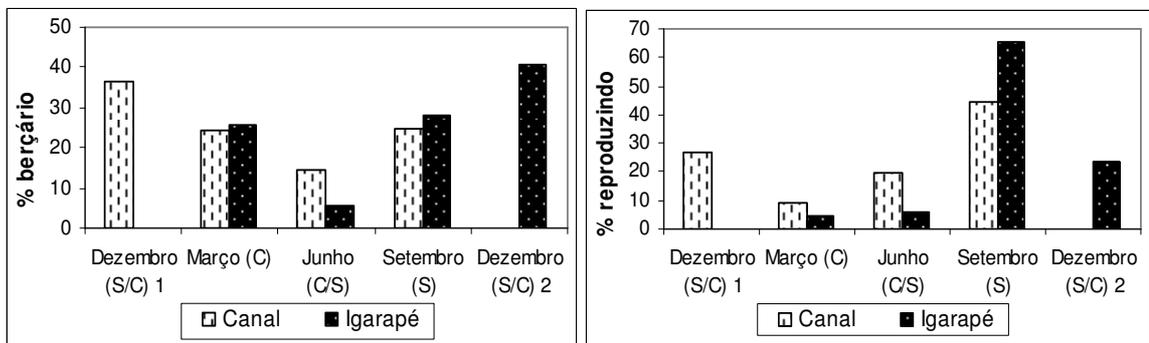
<i>ESPÉCIE</i>	Amplitude L total (cm)	Lmédio (cm)	Utilização como reprodução (%) <sup>*</sup>	Área de reprodução	Utilização como berçário (%) <sup>**</sup>	Área de berçário
<i>Leporinus fasciatus</i>	21,5	19,16	75	Igarapés	25	Igarapés
<i>Leporinus friderici</i>	12,6	12,6	0	-	100	Igarapés
<i>Leporinus taeniatus</i>	11,4	-	100	Igarapés	0	-
<i>Lycengraulis batesii</i>	14,9 - 25,7	19,64	90,91	Igarapés	9,09	Igarapés
<i>Oligoplites palometa</i>	20 - 23,5	21,5	100	-	0	-
<i>Pachypops furchaeus</i>	12,05 - 14,04	13,03	21,43	Igarapés	78,57	Igarapés
<i>Peckoltia verniculata</i>	9,8 - 11	10,51	71,43	Igarapés	28,57	Igarapés
<i>Pellona flavipinnis</i>	31,3 - 58	39,92	36,84	Canal	63,16	Canal
<i>Pimelodus gr. Altipinnis</i>	15,5 - 21,3	16,94	37,50	Canal e Igarapés	62,50	Canal e Igarapés
<i>Pimelodus blochii</i>	14,5 - 20,9	17,7	100	Igarapés	0	-
<i>Plagioscion auratus</i>	18,9 - 20,7	19,8	0	-	100	Igarapés
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	14 - 37	20,88	17,39	Canal e Igarapés	82,61	Canal e Igarapés
<i>Pseudauchenipterus nodosus</i>	13,5 - 17,9	15,7	50	Igarapés	50	Canal
Rhamdia sp	13,3	15,1	50	Igarapés	50	Igarapés
<i>Strongylura timucu</i>	24	24	0	-	100	Canal
<i>Triportheus elongatus</i>	16,4 - 19,7	18,05	50	Igarapés	50	Igarapés
<i>Crenicichla Ocellata</i>	15,2-16,4	15,8	50	Igarapés	50	Igarapés
<i>Geophagus proximus</i>		9,75	0	-	100	Igarapés
<i>Megalechis thoracata</i>	18,8	-	0	-	100	Igarapés

\* Caracterização pela presença de indivíduos em estágio de maturação C e D (maduro e desovado respectivamente)

\*\* Caracterização pela presença de indivíduos em estágio de maturação A (imaturo)

Quase a metade das espécies capturadas utiliza a baía do Guajará como área de reprodução (4,5%). Do total reproduzindo, apenas 2,7% (*P. flavipinnis* e *A. aspredo*) utiliza somente o canal como área de reprodução, enquanto que 56,4% utilizam somente os igarapés e 40,4% utilizam os dois ambientes (Tabela 3). Dentre as principais espécies que utilizam a baía do Guajará como área de reprodução destaca-se *A. spinifer*, apresentando 68,7% dos seus indivíduos reproduzindo, tanto no canal como nos igarapés (Tabela 3).

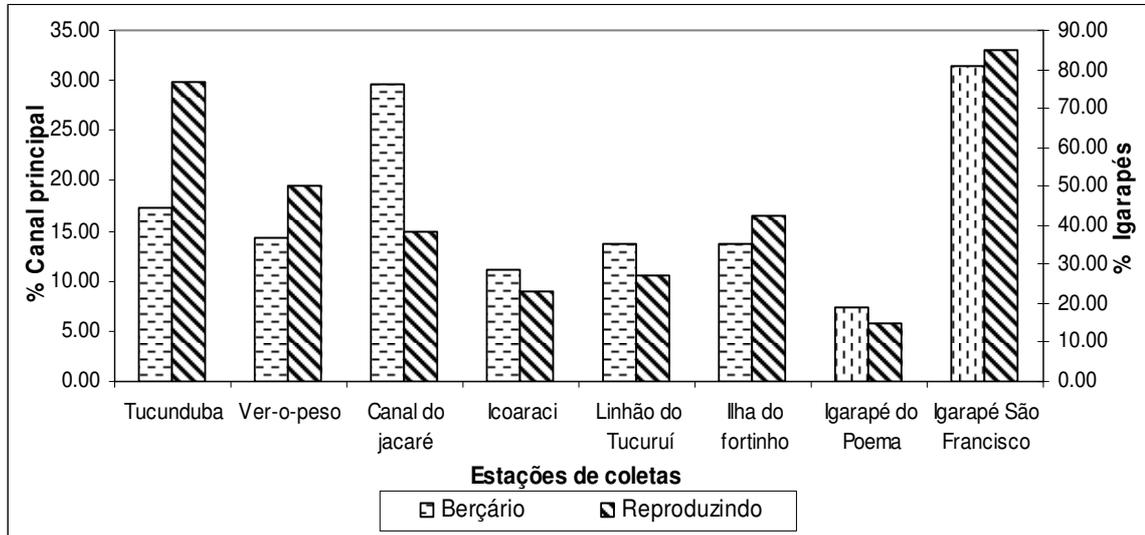
A variação temporal mostrou que o maior índice de espécies que utilizaram a baía como berçário foi em setembro e o menor índice em junho (Figura 44). Temporalmente, a predominância de indivíduos em desova (estágios C + D), tanto no canal como nos igarapés, ocorreu em setembro e o menor índice em março (Figura 44).



**Figura 44** - Porcentagem sazonal dos indivíduos que estão utilizando a baía do Guajará como berçário e para reprodução no canal e igarapés. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

Em relação à variação espacial, a maior porcentagem de indivíduos que utilizam a área como berçário (indivíduos imaturos) foi registrado no igarapé São Francisco e no Canal do Jacaré e, as menores porcentagens foram registradas no igarapé do Poema e em Icoaraci (Figura 45). Em relação à utilização da área para

reprodução, as maiores porcentagens ocorreram na estação Tucunduba e Igarapé São Francisco e as menores no igarapé do Poema e Icoaraci (Figura 45).



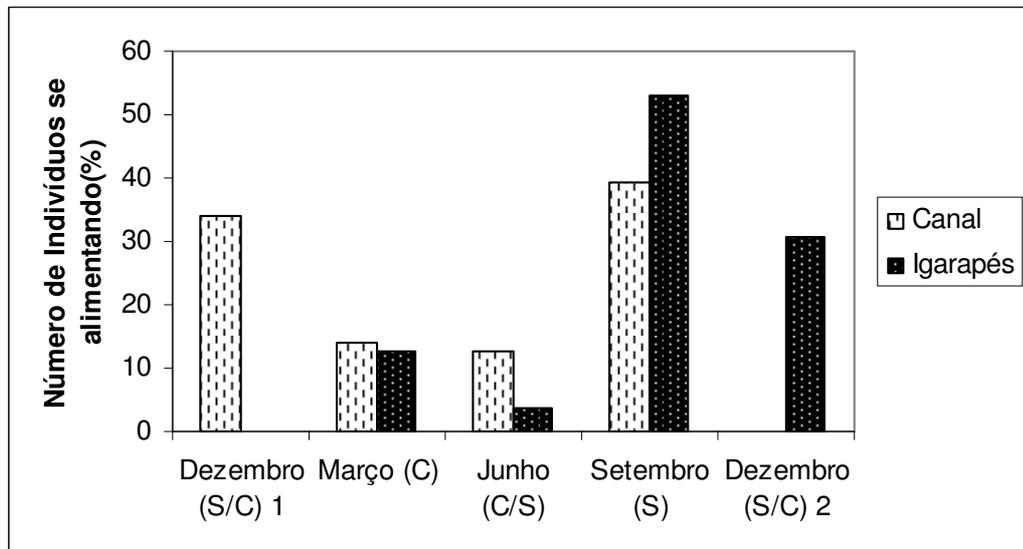
**Figura 45** - Distribuição em% das espécies que estão utilizando a baía do Guajará como berçário (crescendo) e reprodução considerando a estação de coleta

Um total de 81,10% das espécies capturadas está utilizando a baía do Guajará como área alimentação (caracterizada pela presença de indivíduos com estômago com conteúdo) (Tabela 4). Deste total, 49,18% se alimentam no canal e 50,82% nos igarapés. Houve, ao longo do ano, tanto no canal quanto no igarapé, a predominância de indivíduos se alimentando em setembro (S/C) e dezembro (S) (Figura 46).

**Tabela 4** - Organismos que estão utilizando a baía do Guajará como área de alimentação.

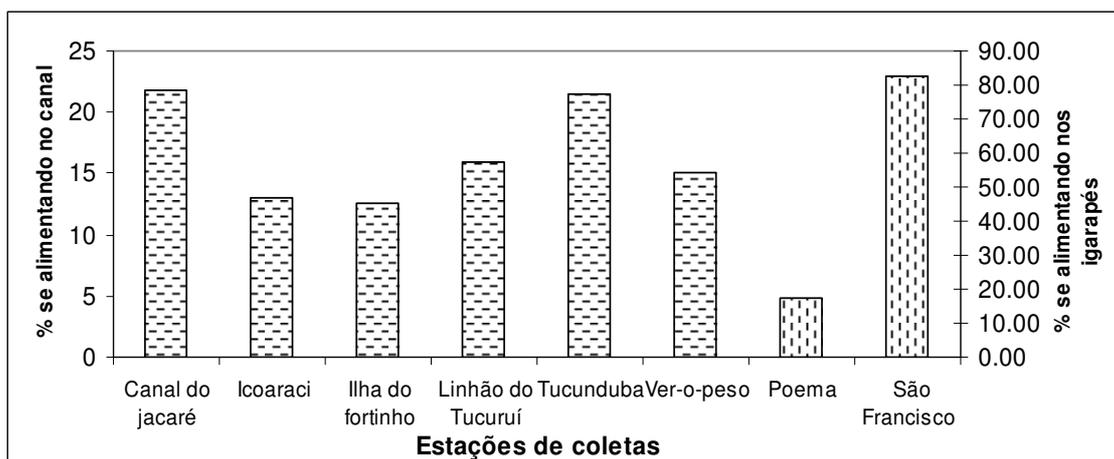
<b>ESPÉCIE</b>	<b>Utilização como área de alimentação (%) ***</b>	<b>Área de alimentação</b>
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	100	Igarapés
<i>Ageneiosus aff. Ucayalensis</i>	71,43	Canal
<i>Anableps anableps</i>	66,67	Canal
<i>Anchoa spinifer</i>	86,96	Canal e Igarapés
<i>Anchovia surinamensis</i>	60	Canal e Igarapés
<i>Ancistrus sp.</i>	0	Igarapés
<i>Aspredo aspredo</i>	14,29	Canal
<i>Astyanax sp.</i>	83,33	Igarapés
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	62,50	Canal
<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	74,36	Canal
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	100	Canal
<i>Brycon sp.</i>	100	Igarapé
<i>Cetopsis sp.</i>	100	Canal
Hemiodontidae	66,67	Igarapés
<i>Colomesus asellus</i>	75	Igarapés
<i>Curimata inornata</i>	100	Igarapés
Doradidae	96,15	Canal e Igarapés
<i>Geophagus sp.</i>	50	Igarapés
<i>Hoplias gr malabaricus</i>	100	Igarapés
<i>Hypophthalmus marginatus</i>	25	Canal
<i>Hypostomus plecostomus</i>	76,92	Igarapés
<i>Leporinus fasciatus</i>	75	Igarapés
<i>Leporinus friderici</i>	100	Igarapés
<i>Leporinus taeniatus</i>	0	Igarapés
<i>Lycengraulis batesii</i>	90,91	Igarapés
<i>Oligoplites palometa</i>	66,67	Igarapés
<i>Pachypops furchaeus</i>	85,71	Igarapés
<i>Peckoltia sp.</i>	14,29	Igarapés
<i>Pellona flavipinnis</i>	82,35	Canal
<i>Pimelodus gr. Altipinnis</i>	87,50	Canal e Igarapés
<i>Pimelodus blochii</i>	100	Canal e Igarapés
<i>Plagioscion auratus</i>	100	Igarapés
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	72,09	Canal e Igarapés
<i>Pseudauchenipterus nodosus</i>	100	Canal
<i>Rhamdia sp</i>	100	Igarapés
<i>Strongylura timucu</i>	0	Canal
<i>Triportheus elongatus</i>	100	Igarapés
<i>Crenicichla Ocellata</i>	100	Igarapés
<i>Geophagus proximus</i>	20	Igarapés
<i>Megalechis thoracata</i>	33,33	Igarapés

\*\*\* Porcentagem de indivíduos com estômago com conteúdo



**Figura 46** - Porcentagem sazonal dos indivíduos que estão se alimentando no canal e igarapés da baía do Guajará. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

Em relação às estações de coletas, o igarapé São Francisco apresentou os maiores índices alimentares (40%) e, dentre as estações do canal principal, a estação Canal do Jacaré registrou o maior percentual e a estação Ilha do Fortinho o menor (Figura 47).

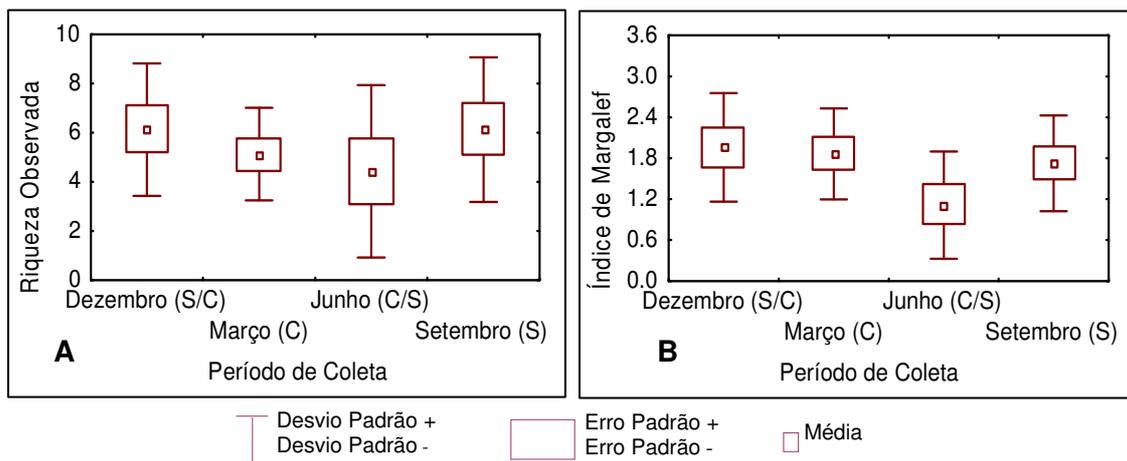


**Figura 47** - Distribuição em% das espécies que estão se alimentando na baía do Guajará considerando a estação de coleta.

## 5.4 – DIVERSIDADE

### 5.4.1 - Riqueza das espécies

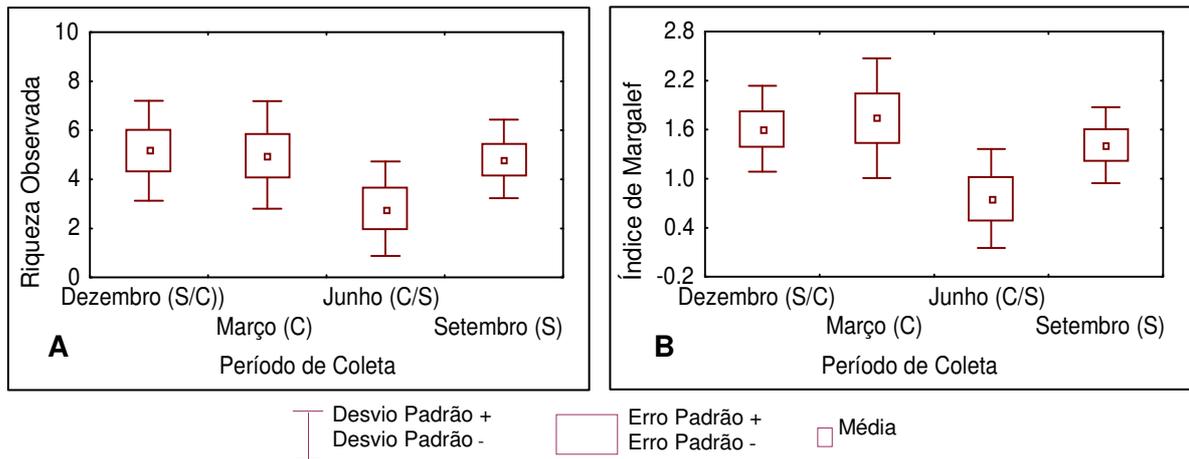
De maneira geral, a riqueza específica na baía do Guajará foi bastante baixa (total de 42 espécies). Embora nenhuma diferença fosse detectada entre períodos ( $p>0,05$ ), os maiores níveis de riqueza ocorreram na coleta de setembro e na coleta dezembro (Figura 48). O índice de riqueza de Margalef não apresentou índice superior a 5, ou seja, não existe uma grande riqueza biológica



**Figura 48** - Riqueza das espécies observada (A) e através do índice de Margalef (B) para os períodos climáticos na baía do Guajará no período de dez/2005 a dez/2006. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco

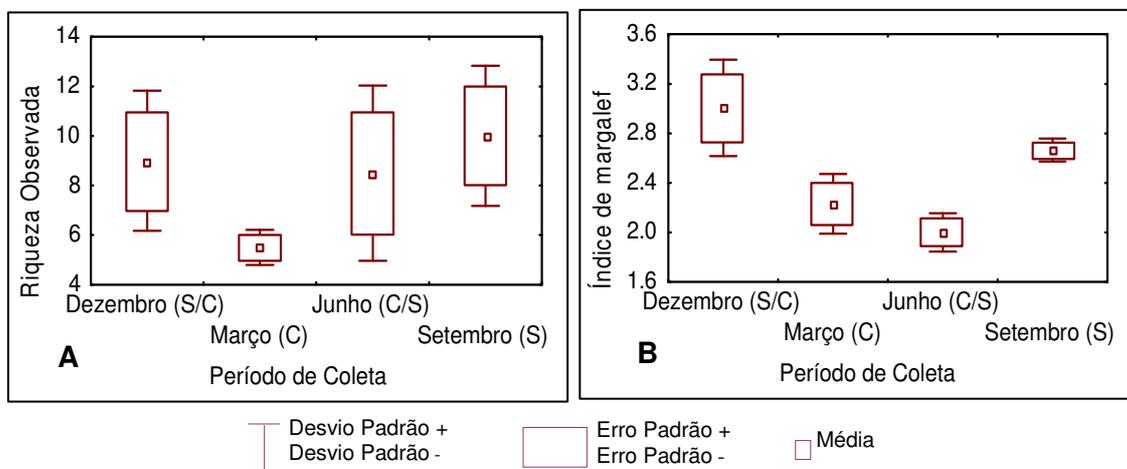
Considerando os ambientes coletados (canal principal e igarapés), o canal principal apresentou as menores riquezas observadas (S) e de Margalef (D) ( $S = 16$  e  $D = 2,65$ ) quando comparado com os igarapés ( $S = 30$  e  $D = 5,23$ ).

Na área do canal principal, não houve diferença significativa entre os períodos ( $P>0,05$ ) (Figura 49).



**Figura 49** - Riqueza média observada (A) e de Margalef (B) para o canal principal na baía do Guajará de dez/2005 a set/2006, entre os períodos climáticos. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

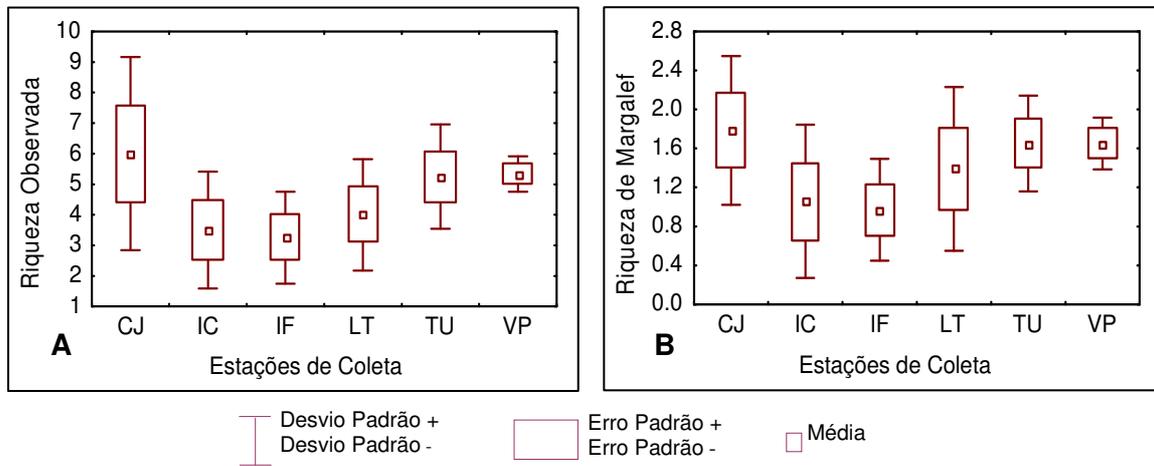
As diferenças das riquezas não foram estatisticamente significativas entre os períodos de coleta nos igarapés ( $p > 0,05$ ), (Figura 50).



**Figura 50** - Riqueza observada (A) e de Margalef (B) das espécies nos igarapés localizados as margens da baía do Guajará entre os meses de mar/2006 a dez/2006 para os períodos climáticos.

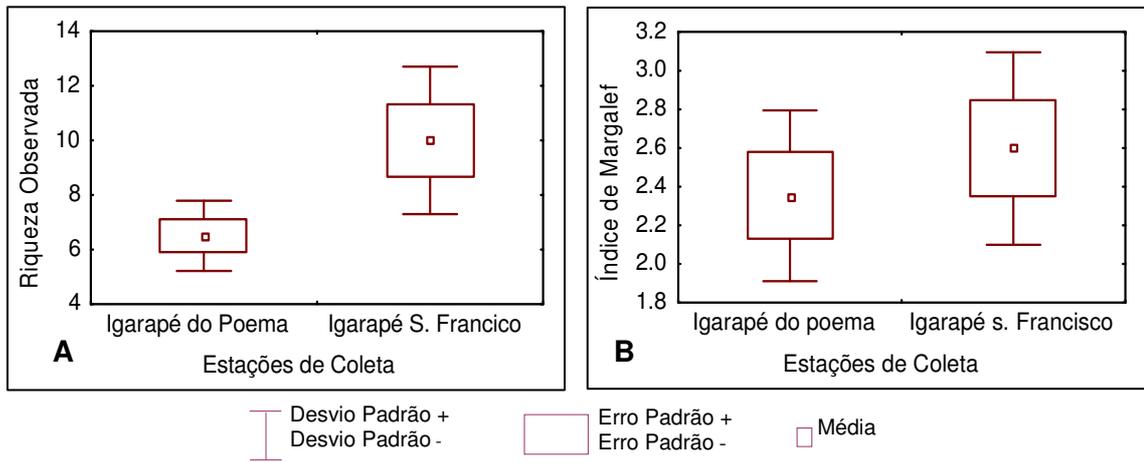
A distribuição de espécies, no canal principal, ao longo das estações foi bastante semelhante e ao longo do ano ( $p > 0,05$ ), ocorrendo as maiores variabilidades nas estações Canal do Jacaré (S e D), Icoaraci (D) e Linhão do Tucuruí (D). As coletas de dezembro e de março foram as que apresentaram

maiores riquezas principalmente na estação Canal do Jacaré (S e D) e Linhão do Tucuruí (D) (Figura 51 A e B).



**Figura 51** - Riqueza observada (A) e de Margalef (B) das espécies para as estações de coletas localizadas no canal da baía do Guajará entre dez/2005 a set/2006. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** - Icoaraci; **IF** - Ilha do Fortinho; **TU** - Tucunduba; **VP** - Ver-o-Peso.

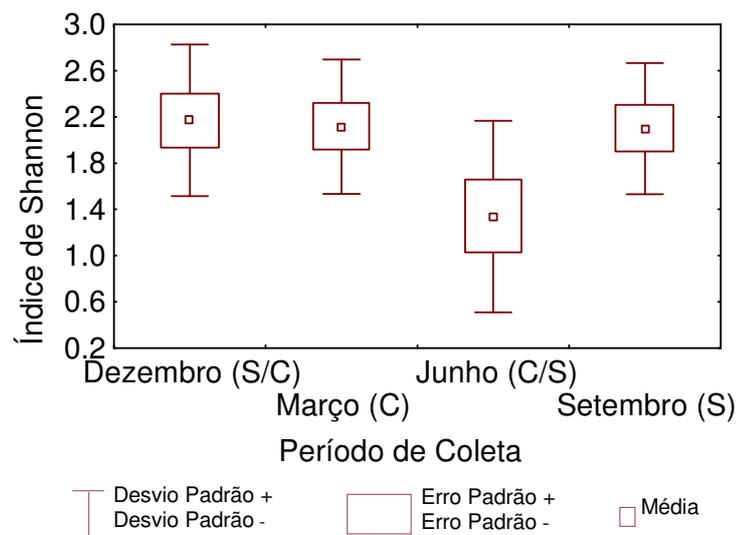
As riquezas nos dois igarapés não foram significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ) (Figura 52). A dominância da espécie *C. inornata* pode ter influenciado no índice de Margalef já que este método considera a riqueza ponderada entre o número de indivíduos e número de espécies. Para os igarapés do Poema e São Francisco, a variação na riqueza foi semelhante entre os períodos climáticos, sendo os menores valores encontrados no mês de março (S) e em junho (D).



**Figura 52** - Riqueza observada (A) e de Margalef (B) das espécies para as estações de coletas localizadas nos igarapés localizados as margens da baía do Guajará entre os meses de mar/2006 a dez/2006.

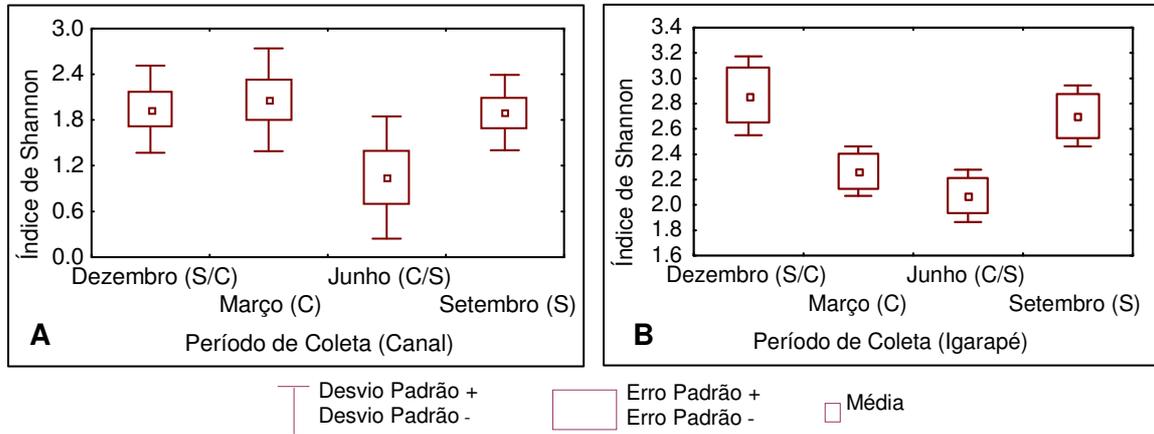
#### 5.4.2 - Diversidade

O índice de diversidade de Shannon foi bastante semelhante entre o canal e os igarapés ( $H'=3,17$  e  $H'=3,30$ , respectivamente), com diferenças não significativa ( $p>0,05$ ). A distribuição deste índice na baía, de uma maneira geral, também foi similar e não significativa entre os períodos de coleta (Figura 53).



**Figura 53** - Índice de diversidade de Shannon para a ictiofauna na baía do Guajará nos diferentes períodos climáticos. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

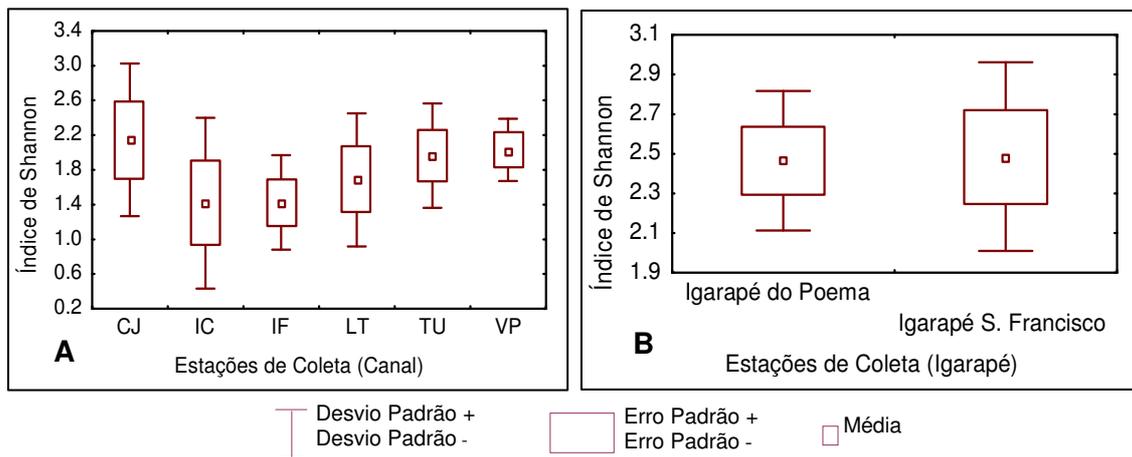
No canal principal bem como nos igarapés o índice de diversidade também não apresentou diferenças entre os períodos de coleta (Figura 54).



**Figura 54** - Índice de Diversidade de Shannon no canal principal e igarapés localizados na baía do Guajará, considerando os períodos climáticos. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

As estações do canal principal apresentaram índices de diversidade semelhante ( $p > 0,05$ ). Entretanto, os menores foram observados na Ilha do Fortinho e os maiores na estação Tucunduba (Figura 55 A). Nos igarapés, houve diferença significativa entre eles ( $p < 0,01$ ) onde o igarapé do Poema apresentou maior diversidade que o igarapé São Francisco (Figura 55 B).

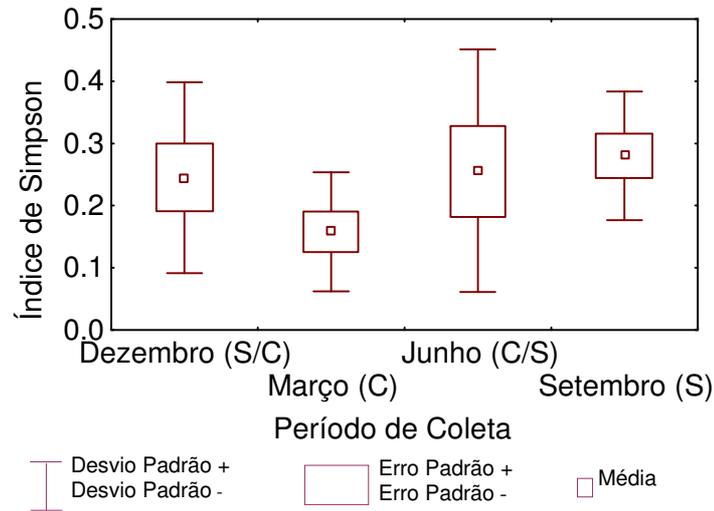
Entre os igarapés, em setembro e dezembro ocorreram os maiores valores de diversidade de espécies para as duas estações de coletas. O igarapé São Francisco apresentou a menor diversidade entre as estações em junho e a maior variabilidade.



**Figura 55** - Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) para as estações de coleta localizadas no canal (A) e nos igarapés (B) localizados na baía do Guajará.

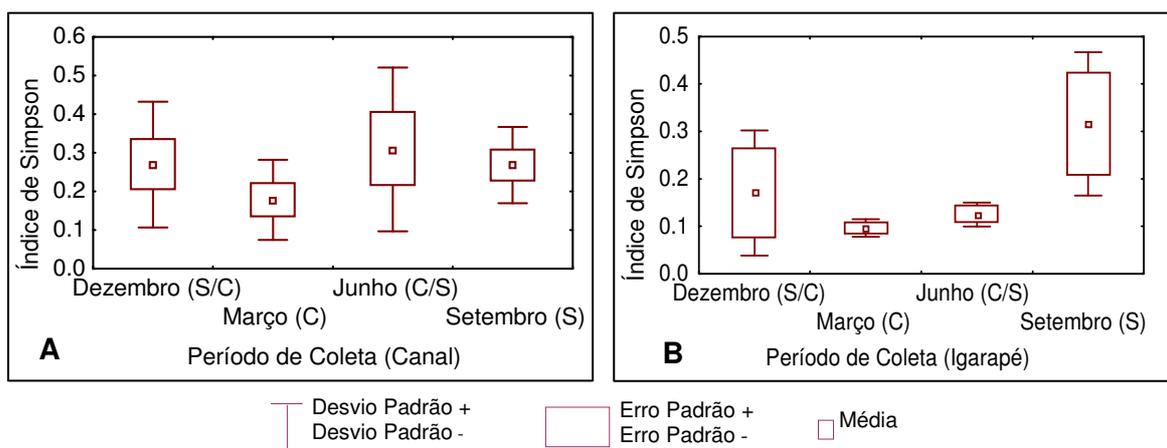
### 5.4.3 Abundância relativa

Através do índice de Simpson ( $\lambda$ ) foi possível observar que na baía de Guajará não há dominância entre as espécies ( $\lambda = 0,10$ ). Sazonalmente, em quase todos os períodos houve baixos valores de abundância, o que denota uma distribuição homogênea das espécies resultando na elevação da diversidade. A exceção foi para junho (C/S) que apresentou os maiores valores ou seja, neste período houve uma elevação na dominância das espécies, causada principalmente pela *B rousseauxii* e *C. inornata*, e pelo surgimento de algumas espécies de água doce, tais como *Geophagus* sp. e *Triportheus elongatus* (Figura 56).



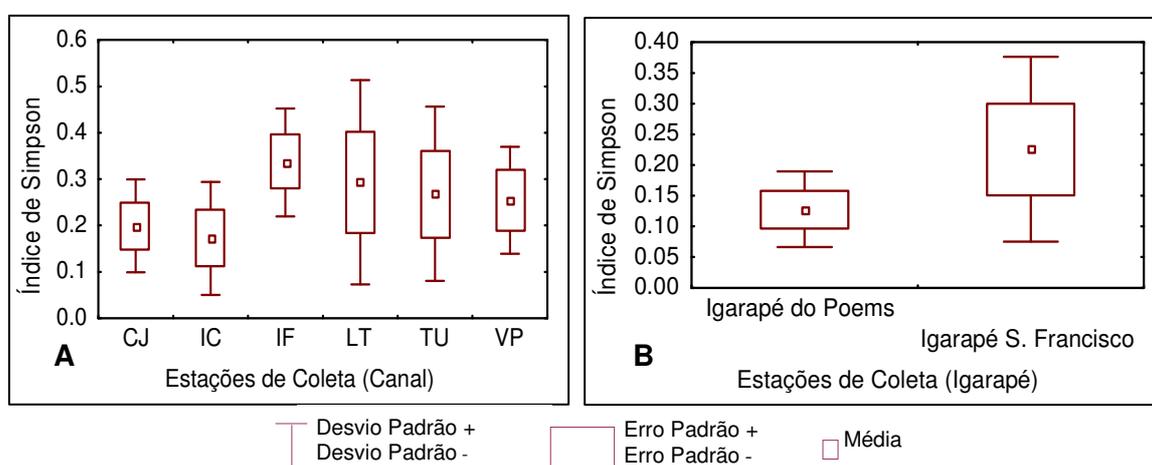
**Figura 56** - Abundância das espécies através do índice de Simpson para a baía do Guajará. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

Apesar da baixa dominância entre os dois ambientes estudados foi nos igarapés onde houve maior abundância ( $\lambda = 0,14$  e  $\lambda = 0,22$ , para o canal e igarapés, respectivamente), sendo altamente diferentes entre si ( $p < 0,01$ ). No canal principal, bem como nos igarapés nenhuma diferença significativa ( $p > 0,05$ ) foi observada (Figura 57).



**Figura 57** - Abundância das espécies no canal principal (A) e para os igarapés (B) localizados na baía do Guajará através do índice de Simpson para os períodos climáticos. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

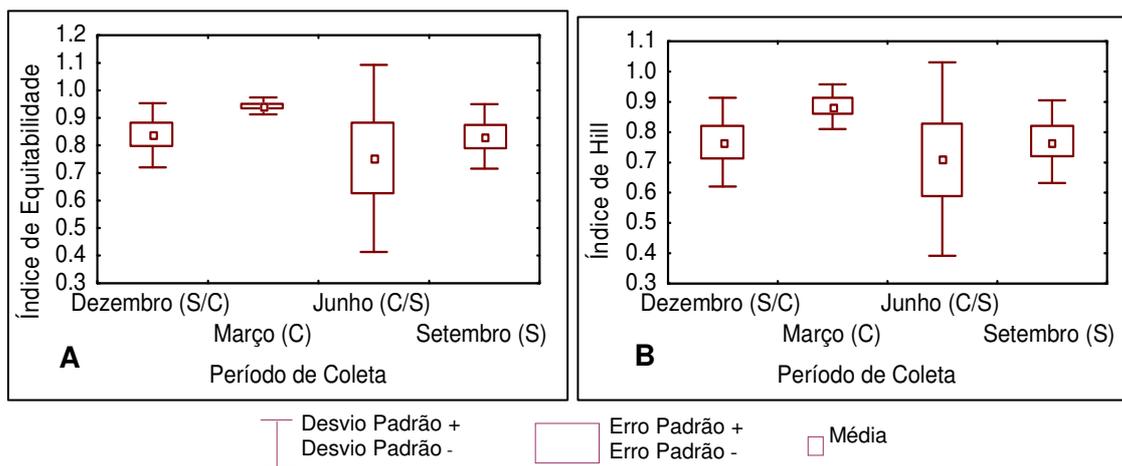
As estações de coletas localizadas no canal mostraram-se homogêneas (não houve diferenças significativas,  $p > 0,05$ ) com baixa dominância de espécies (Figura 58 A). As maiores abundâncias ocorreram em dezembro nas estações Tucunduba e Ver-o-Peso e em junho para as estações Ilha do Fortinho e Linhão do Tucuruí. No igarapé São Francisco foi observado uma maior dominância das espécies quando comparada com o igarapé do Poema, principalmente em setembro e dezembro. A diferença entre os igarapés foi altamente significativa ( $p < 0,01$ ). (Figura 58 B).



**Figura 58** - Abundância das espécies para as estações de coletas no canal principal (A) e nos igarapés (B) localizados na baía do Guajará, através do índice de Simpson.

#### 5.4.4 Eqüitabilidade

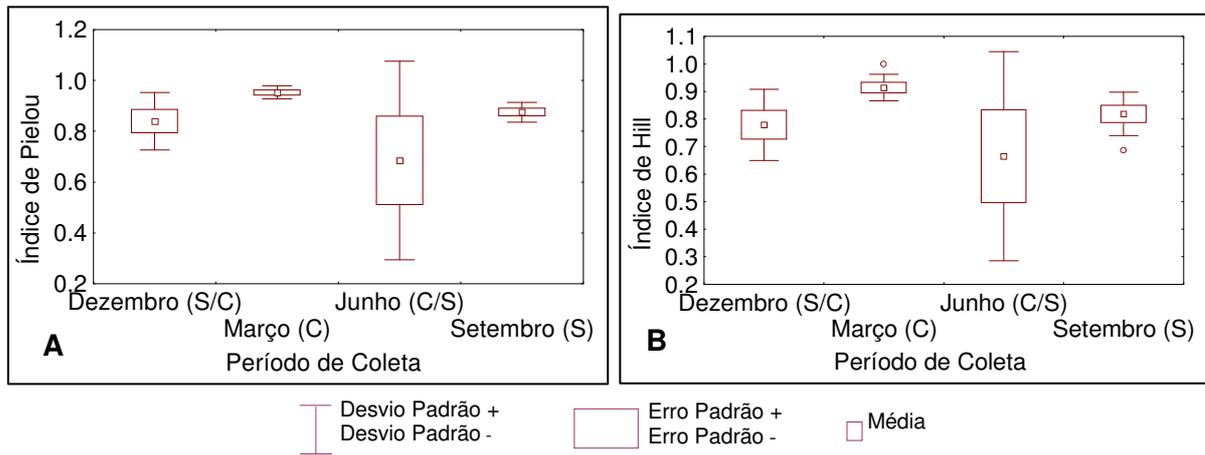
A ictiofauna na baía do Guajará apresentou eqüitabilidade moderada a elevada com valores que variaram de 0,47 a 1, para o índice de Hill ( $D_{21}'$ ), e de 0,56 a 1 para o índice de Pielou ( $J'$ ). Não houve diferenças significativas entre os períodos estudados ( $p > 0,05$ ), entretanto as maiores variabilidades ocorreram em junho para os dois índices (Figura 59).



**Figura 59** - Equitabilidade da ictiofauna na baía do Guajará para os períodos sazonais pelos índices de Pielou (A) e Hill (B). **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

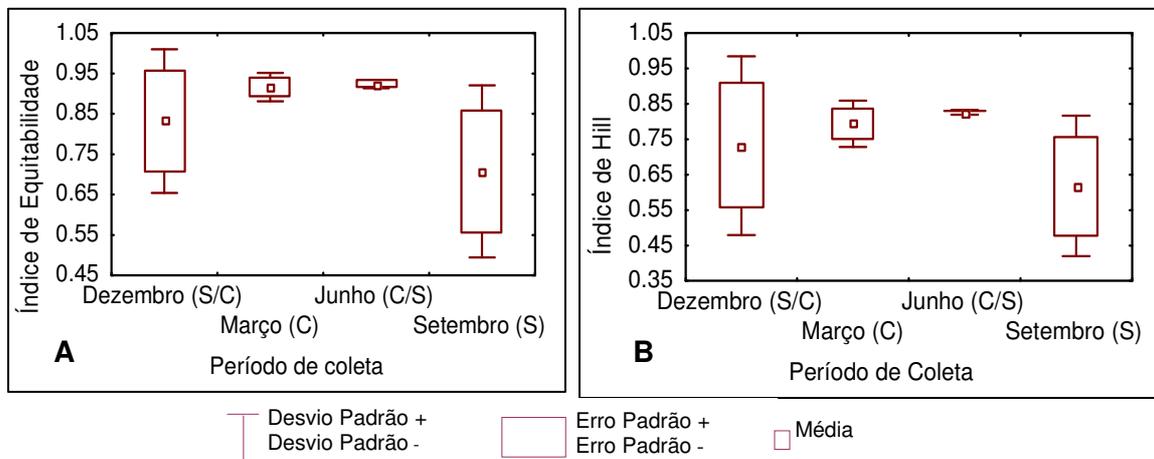
Considerando ambos ambientes coletados (canal principal e igarapés), o canal principal apresentou maior equitabilidade pelos dois ndices ( $J' = 0,79$  e  $N21' = 0,72$ ) quando comparados com os igarapés, sendo os valores significativamente diferentes ( $p < 0,01$ ).

Sazonalmente, o canal principal apresentou valores de ndice semelhantes para todos os períodos de coletas não apresentando diferença significativa ( $p > 0,05$ ). A maior variabilidade neste ambiente ocorreu em junho (Figura 60 A e B).



**Figura 60** - Equitabilidade de Pielou (A) e de Hill (B) da ictiofauna no canal principal localizado na baía do Guajará entre os períodos sazonais. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

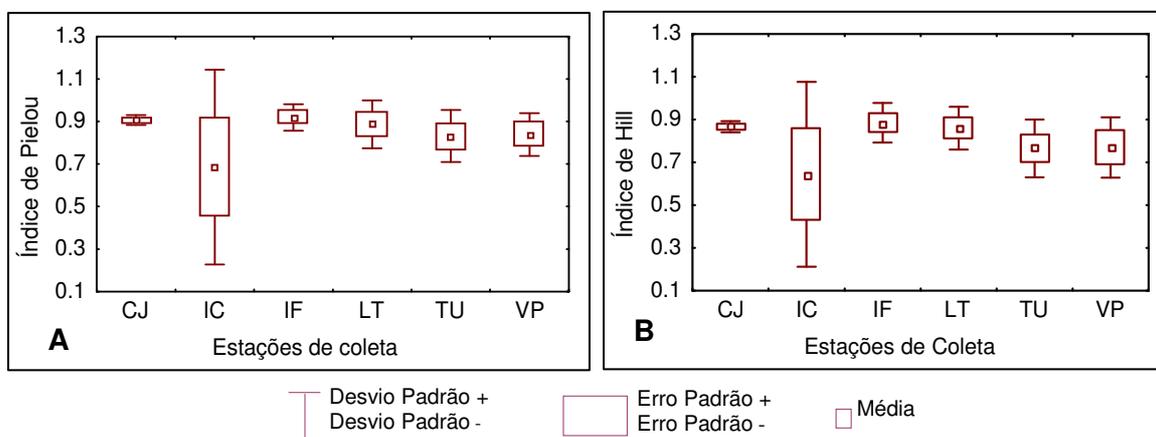
Nos igarapés, a equitabilidade foi semelhante entre períodos ( $P > 0,05$ ), destacando apenas as maiores variabilidades em setembro e dezembro (Figura 61 A e B).



**Figura 61** - Equitabilidade de Pielou (A) e de Hill (B) da ictiofauna nos igarapés localizados as margens da baía do Guajará para os períodos sazonais. **S/C**: transição entre o período seco e período chuvoso; **C**: período chuvoso; **C/S**: transição entre o período chuvoso e período seco; **S**: período seco.

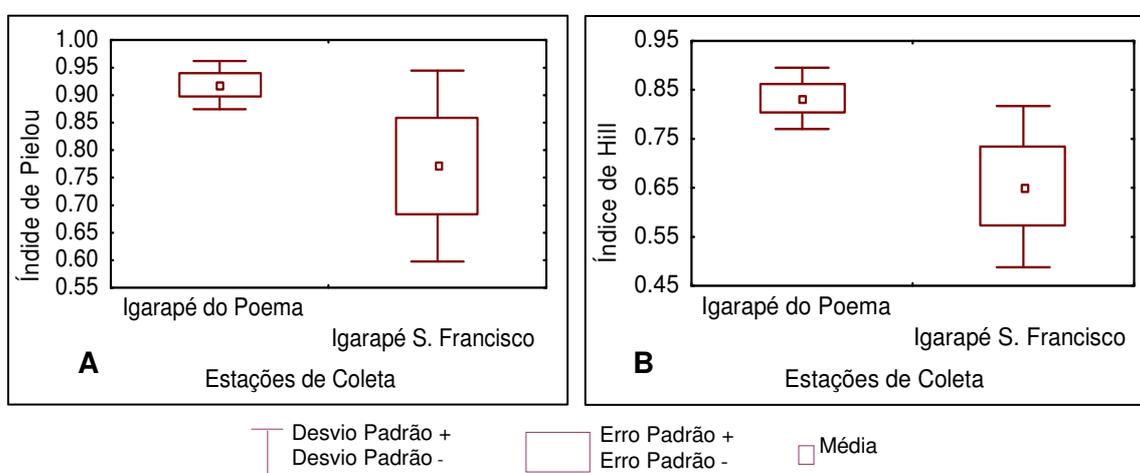
As estações de coletas localizadas no canal mostraram-se muito semelhante entre si, com valores de equitabilidade para os dois índices que

variaram entre 0,7 a 0,86 (Figura 62 A e B). Quando foram levados em consideração às estações e os períodos climáticos as distribuições das eqüitabilidades também foram bastante semelhantes entre si.



**Figura 62** - Eqüitabilidade estimada pelo índice de Pielou (A) e Hill (B) para as estações de coletas localizadas no canal da baía do Guajará.

Nos igarapés a diferença foi maior entre estações de coleta e foi estatisticamente diferente para os dois índices ( $p < 0,01$ ). No igarapé do Poema foi observada uma maior homogeneidade, uma vez que a eqüitabilidade para os dois índices foi mais elevada quando comparado com o igarapé São Francisco (Figura 63 A e B).

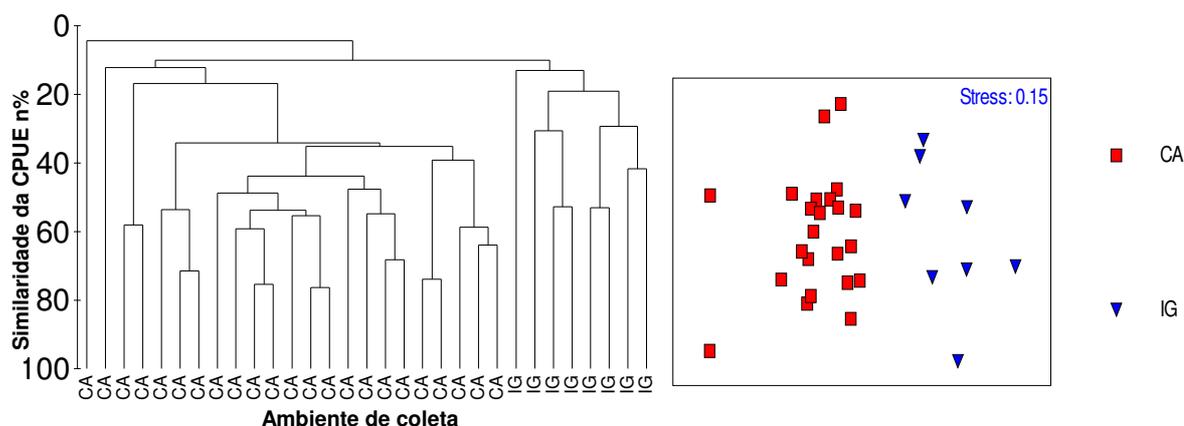


**Figura 63** - Eqüitabilidade estimada pelo índice de Pielou (A) e Hill (B) para as estações de coletas localizadas nos igarapés, as margens da baía do Guajará.

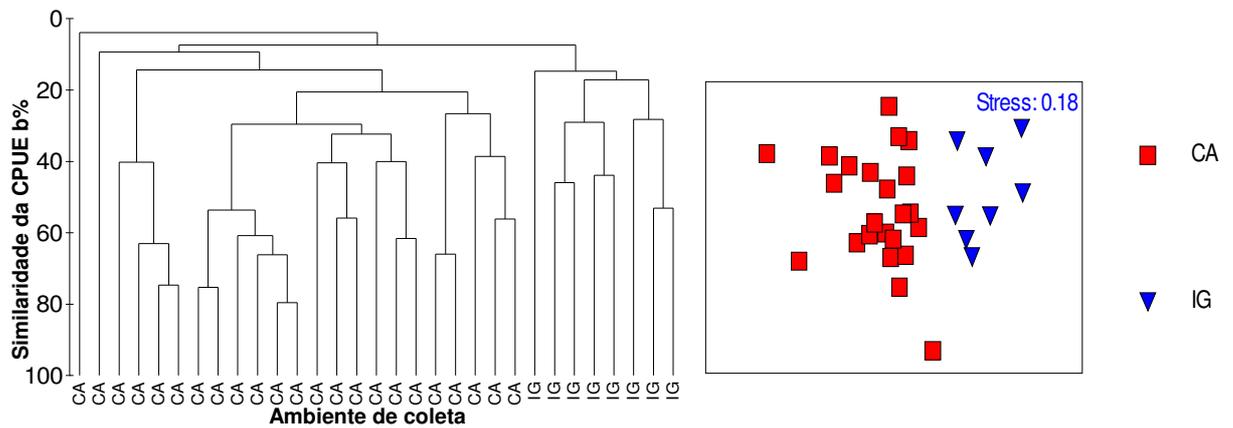
## 5.5 ANÁLISE DA COMUNIDADE DE PEIXES DA BAÍA DE GUAJARÁ

### 5.5.1 Análise Multivariada

Através da análise multivariada foi observado que há uma distinção da ictiofauna que habita o canal principal da baía do Guajará das que habitam os igarapés que margeiam a baía. A análise de agrupamento e a representação MDS evidenciou a formação de dois grupos compostos por estes habitats e que foram altamente significativas tanto para a CPUEn como para a CPUEb ( $p = 0,001$ ) (Figuras 64 e 65).



**Figura 64** - Análise de agrupamento e de ordenação para CPUEn considerando os ambientes de coleta. **CA** – Canal; **IG** – Igarapé.



**Figura 65** - Análise de agrupamento e de ordenação para CPUEb considerando os ambientes de coleta. **CA** – Canal; **IG** – Igarapé.

A principal espécie mais representativa nas amostras do grupo e a responsável pela separação destes dois ambientes para a CPUEn foi a *A. spinifer*. Apesar de sua contribuição ter sido de apenas 8,13%, sua importância dentro do grupo foi de 1,05 (Tabela 5). Para CPUEb foi a *H. plecostomus* com contribuição de 6,71% e importância dentro do grupo de 0,86, *C. inornata* com contribuição de 15,39% e importância de 0,80 e *P. squamosissimus* com contribuição de 10,58% e importância de 0,79. Entretanto a importância dentro do grupo dessas espécies foi considerada baixa (Tabela 5).

**Tabela 5** - Contribuição em% e importância dentro do grupo (representada pela razão da dissimilaridade entre o desvio padrão – Diss/DV) das principais espécies responsáveis pela separação entre o canal principal e os igarapés.

<b>Ambientes de Coletas</b>				
<b>Espécies</b>	<b>CPUEa%</b>		<b>CPUEb%</b>	
	<b>%</b>	<b>Diss/DP</b>	<b>%</b>	<b>Diss/DP</b>
<i>C. inornata</i>	19,71	0,83	15,39	0,80
<i>P. squamosissimus</i>	9,48	0,86	10,58	0,79
<i>H. plecostomus</i>	8,91	0,95	6,71	0,86
<i>A. spinifer</i>	8,71	1,05	6,59	0,78
<i>A. fasciatus</i>	5,36	0,64		
<i>O. plalometa</i>	4,41	0,80	3,74	0,79
<i>L. batesii</i>	3,35	0,74	-	-
<i>B. rosseauixii</i>	2,40	0,43	4,79	0,49
<i>P. flavipinnis</i>	-	-	7,56	0,54

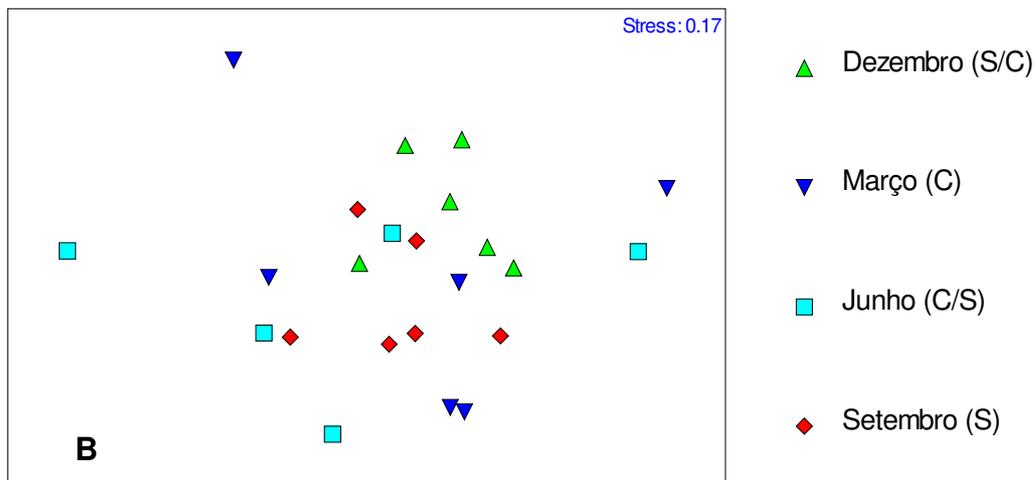
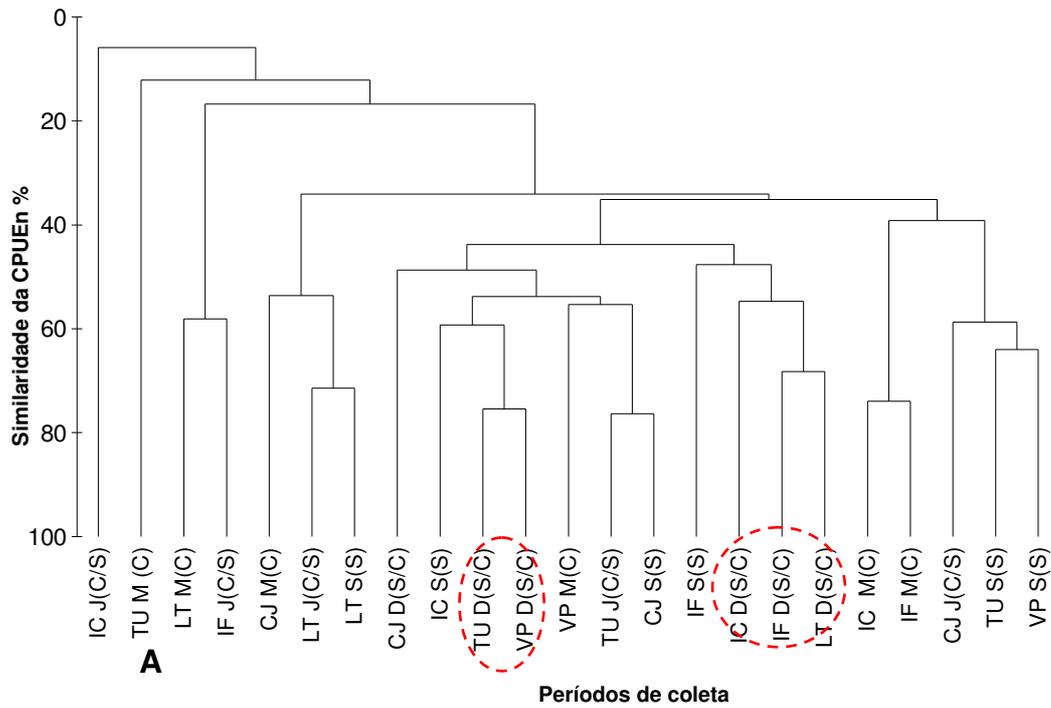
#### 5.5.1.1 Canal Principal

Quando foi considerada a variação da ictiofauna através dos períodos de coleta estudados observou-se que: a composição da captura no período de dezembro foi significativamente diferente dos demais períodos (Tabela 6). A análise de ordenação e o agrupamento mostraram o agrupamento de grande parte das estações de coleta ocorridas neste período climático (Figura 66 e 67). Entretanto o cluster não foi eficiente em mostrar estes agrupamentos.

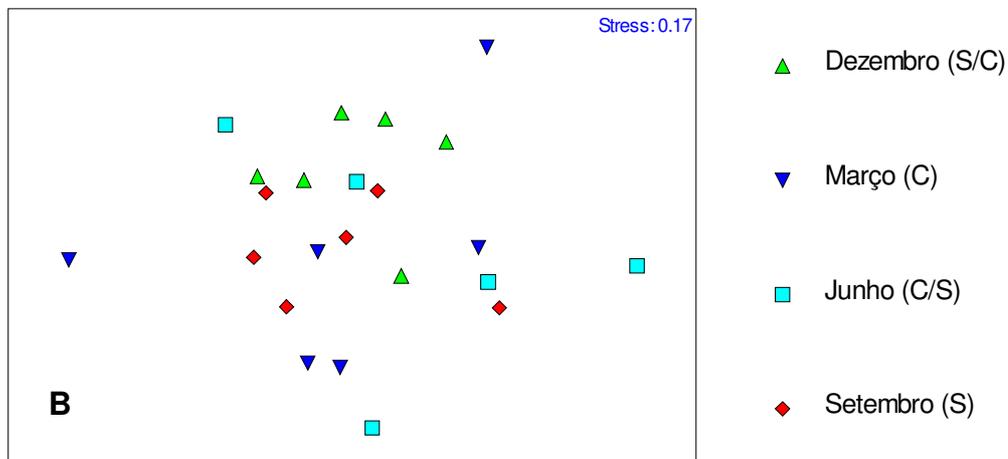
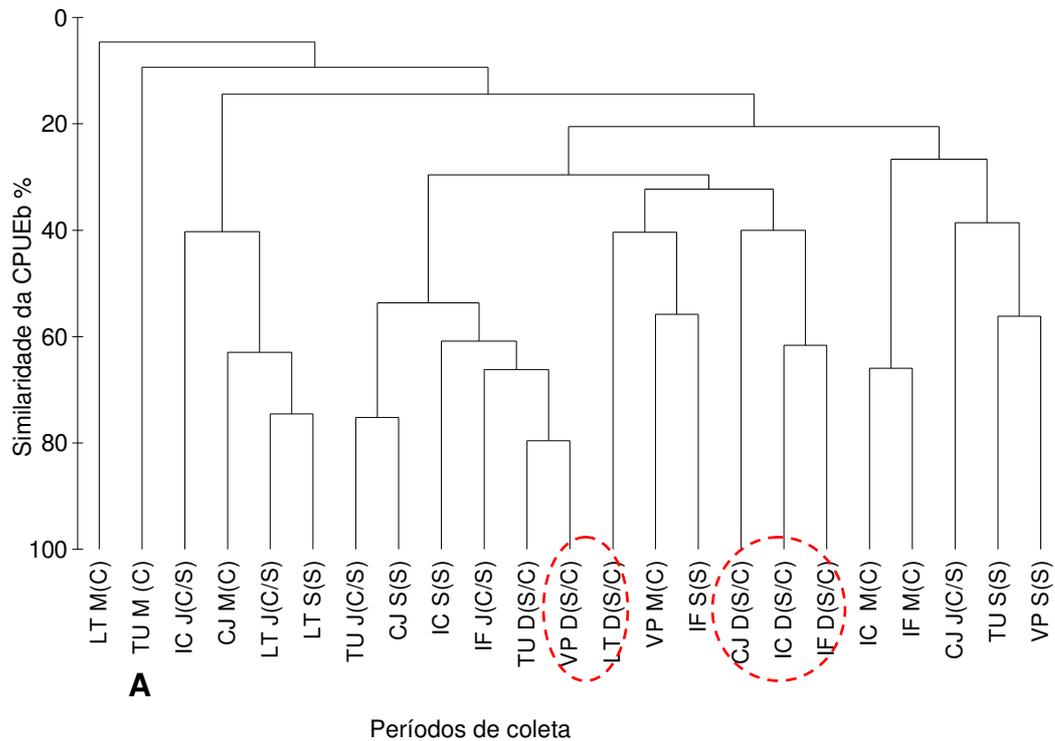
**Tabela 6** - Análise do ANOSIM para os períodos de coleta.

	<b>CPUE<sub>n</sub></b>	<b>CPUE<sub>b</sub></b>
<b>Valor estatístico das (Global R):</b>	0,231	0,137
<b>Nível de significância estatística das amostras (P):</b>	0,002*	0,003
<b>Teste dos cruzamentos entre os períodos</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
Dezembro (S/C) x Março (C)	0,004*	0,002
Dezembro (S/C) x Junho (C/S)	0,002*	0,002
Dezembro (S/C) x Setembro (S)	0,002*	0,004
Março (C) x Junho (C/S)	0,36	0,19
Março (C) x Setembro (S)	0,49	0,45
Junho (C/S) x Setembro	0,18	0,67

\* valores com diferença significativa



**Figura 66** - Análise de agrupamento (A) e ordenação (B) para o canal principal por período de coleta considerando a CPUEn. **D(S/C)** - Dezembro (transição entre o período seco e período chuvoso); **M(C)** - Março (período chuvoso); **J(C/S)** - Junho (transição entre o período chuvoso e período seco); **S(S)** - Setembro (período seco). A área pontilhada no cluster refere-se a coleta realizada em dezembro (S/C) e que foi significativamente diferente das demais. **CJ** - Canal do Jacaré; **IC** - Icoaraci; **IF** - Ilha do Fortinho; **VP** - Ver-o-Peso; **LT** - Linhão do Tucuruí; **TU** - Tucunduba.



**Figura 67** - Análise de agrupamento (A) e ordenação (B) para o canal principal por período de coleta considerando a CPUEb. **D(S/C)** - Dezembro (transição entre o período seco e período chuvoso); **M(C)** - Março (período chuvoso); **J(C/S)** - Junho (transição entre o período chuvoso e período seco); **S(S)** - Setembro (período seco). A área pontilhada no cluster refere-se a coleta realizada em dezembro (S/C) e que foi significativamente diferente das demais.

As principais espécies responsáveis pela separação e homogeneidade da coleta de dezembro estão representadas na Tabela 7 e 8. Destacando a espécie *A. spinifer* que contribuiu mais para a separação foi a mais representativa como indicadora do grupo.

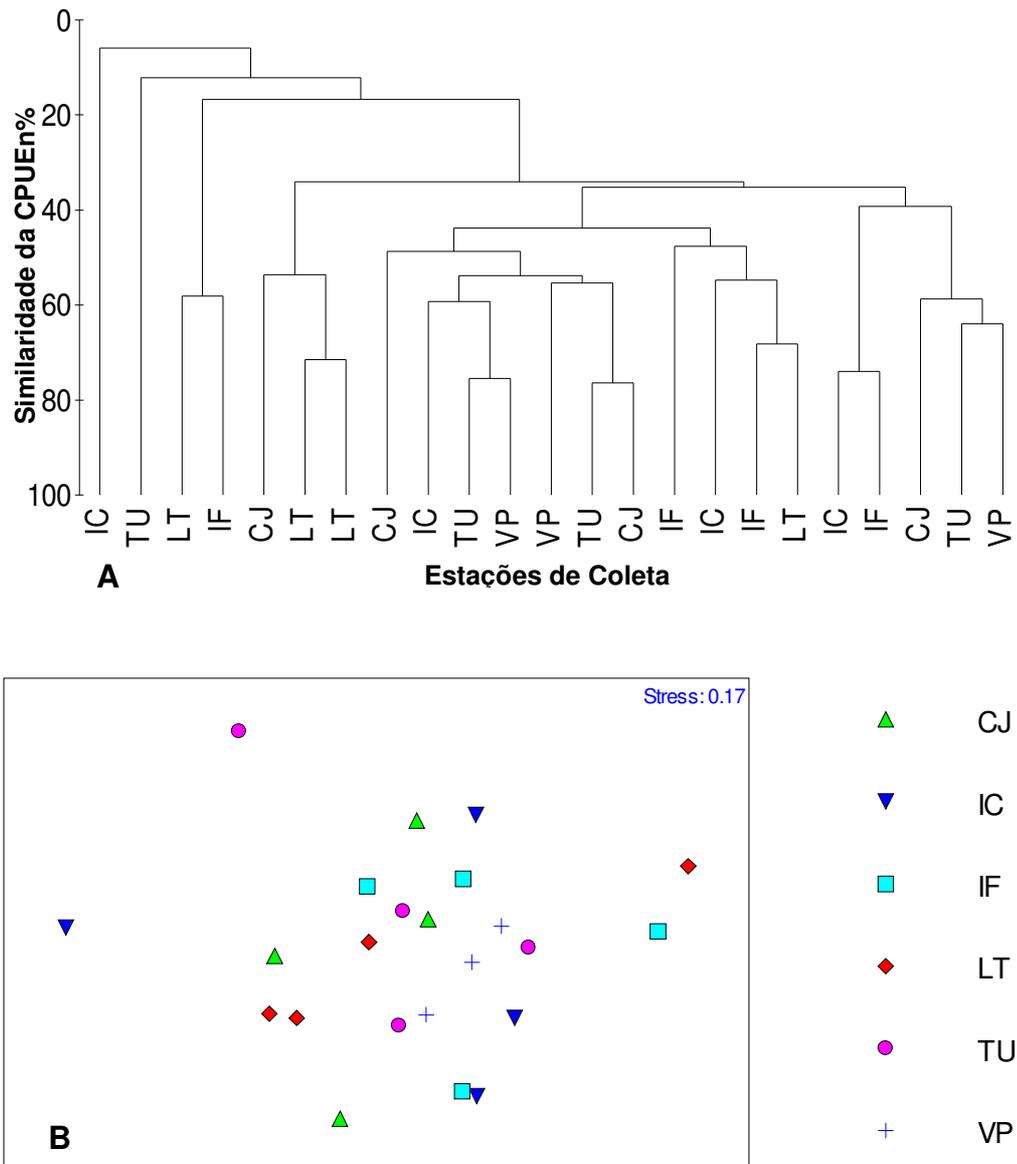
**Tabela 7** - Análise do Simper para a CPUEn discriminando a contribuição em% e importância dentro do grupo (representada pela razão da dissimilaridade entre o desvio padrão – Diss/DV) das principais espécies responsáveis pela separação dos agrupamentos da coleta feita em dezembro (S/C).

Espécies	Dezembro (S/C) x Março (C)		Dezembro (S/C) x Junho (C/S)		Dezembro (S/C) x Setembro (S)	
	%	Diss/DV	%	Diss/DV	%	Diss/DV
<i>A. spinifer</i>	25,34	1,56	31,24	1,80	23,66	1,55
<i>A. aff. ucayalensis</i>	15,20	1,30	17,89	1,29	15,17	1,32
<i>L. dorsalis</i>	8,93	1,07	4,02	0,60	5,31	0,77
<i>P. squamosissimus</i>	5,94	1,28	6,34	1,24	6,58	1,45
<i>B. rosseauxii</i>	4,31	0,53	10,57	1,01	5,59	0,69
<i>H. marginatus</i>	3,15	0,82	3,40	0,81	3,22	0,83
<i>P. flavipinnis</i>	3,03	0,78	4,63	0,86	3,41	0,94
<i>L. batesii</i>	2,79	0,44	-	-	4,05	0,65
<i>B. filamentosum</i>	2,34	0,54	-	-	-	-

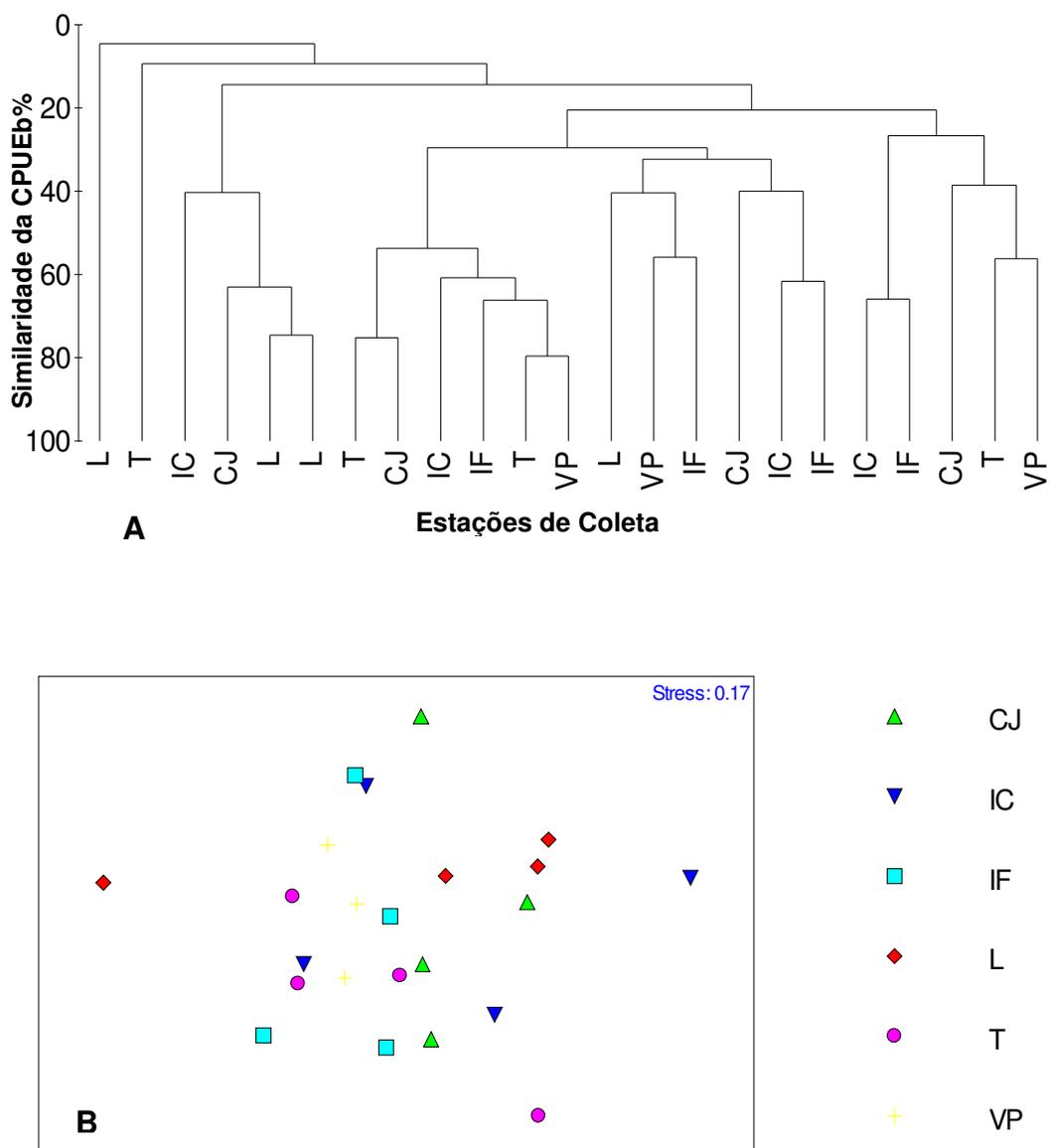
**Tabela 8** - Análise do Simper para a CPUEb discriminando a contribuição em% e importância dentro do grupo (representada pela razão da dissimilaridade entre o desvio padrão – Diss/DV) das principais espécies responsáveis pela separação do agrupamento da coleta feita em dezembro (S/C).

Espécies	Dezembro (S/C) x Março (C)		Dezembro (S/C) x Junho (C/S)		Dezembro (S/C) x Setembro (S)	
	%	Diss/DV	%	Diss/DV	%	Diss/DV
<i>P. flavipinnis</i>	21,75	0,72	24,73	0,85	23,12	0,87
<i>H. marginatus</i>	14,60	0,83	14,08	0,83	13,96	0,83
<i>A. aff. ucayalensis</i>	13,09	0,84	13,52	0,79	11,84	0,96
<i>B. filamentosum</i>	10,83	0,50	-	-	-	-
<i>P. squamosissimus</i>	8,30	0,69	7,84	0,74	9,57	0,83
<i>B. rosseauxii</i>	7,65	0,58	14,32	0,86	11,53	0,78
<i>L. dorsalis</i>	7,38	0,72	-	-	4,04	0,53
<i>A. spinifer</i>	-	-	6,13	1,30	4,90	1,26

Analisando as estações de coletas, tanto para a CPUEn como para a CPUEb, a distribuição das amostras foi bastante homogênea não havendo a formação de grupos ( $p > 0,05$ ) (Figuras 68 e 69).



**Figura 68** - Análise de agrupamento (A) e ordenação (B) para a CPUEn entre as estações de coletas. **CJ** – Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **VP** – Ver-o-Peso; **LT** – Linhão do Tucuruí; **TU** – Tucunduba.

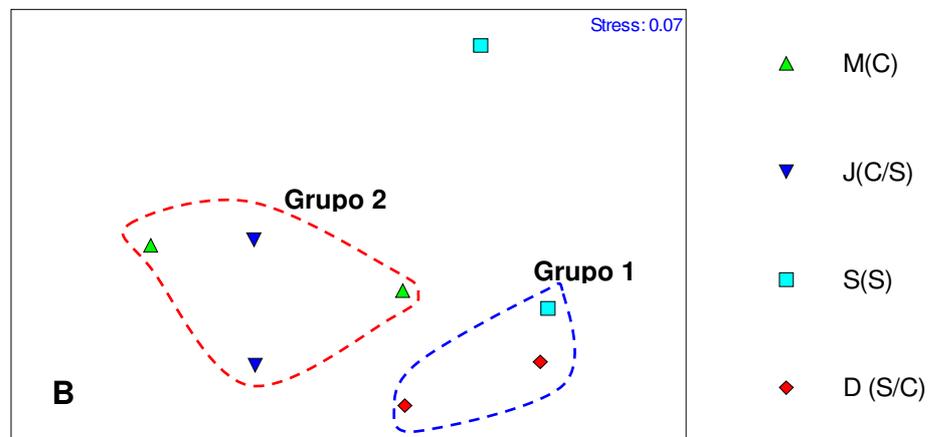
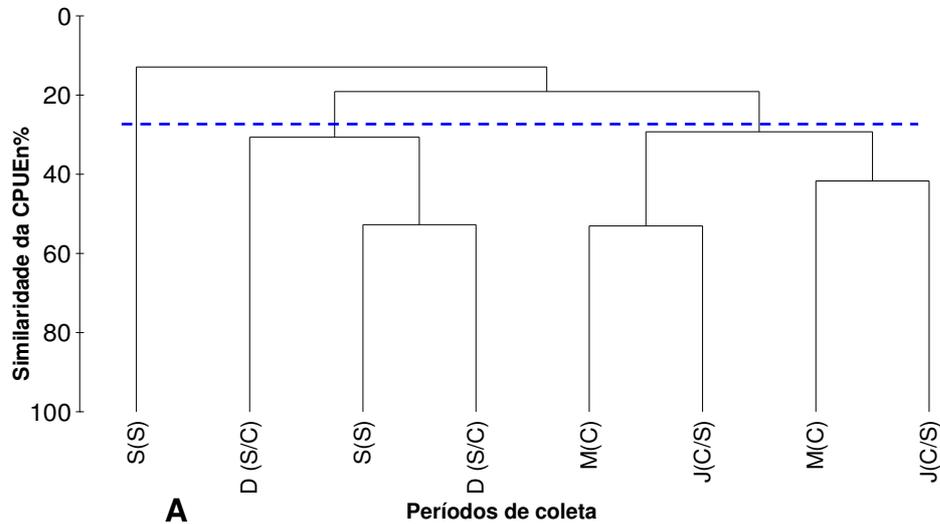


**Figura 69** - Análise de agrupamento (A) e ordenação (B) para a CPUEb entre as estações de coletas. **CJ** – Canal do Jacaré; **IC** – Icoaraci; **IF** – Ilha do Fortinho; **VP** – Ver-o-Peso; **LT** – Linhão do Tucuruí; **TU** – Tucunduba.

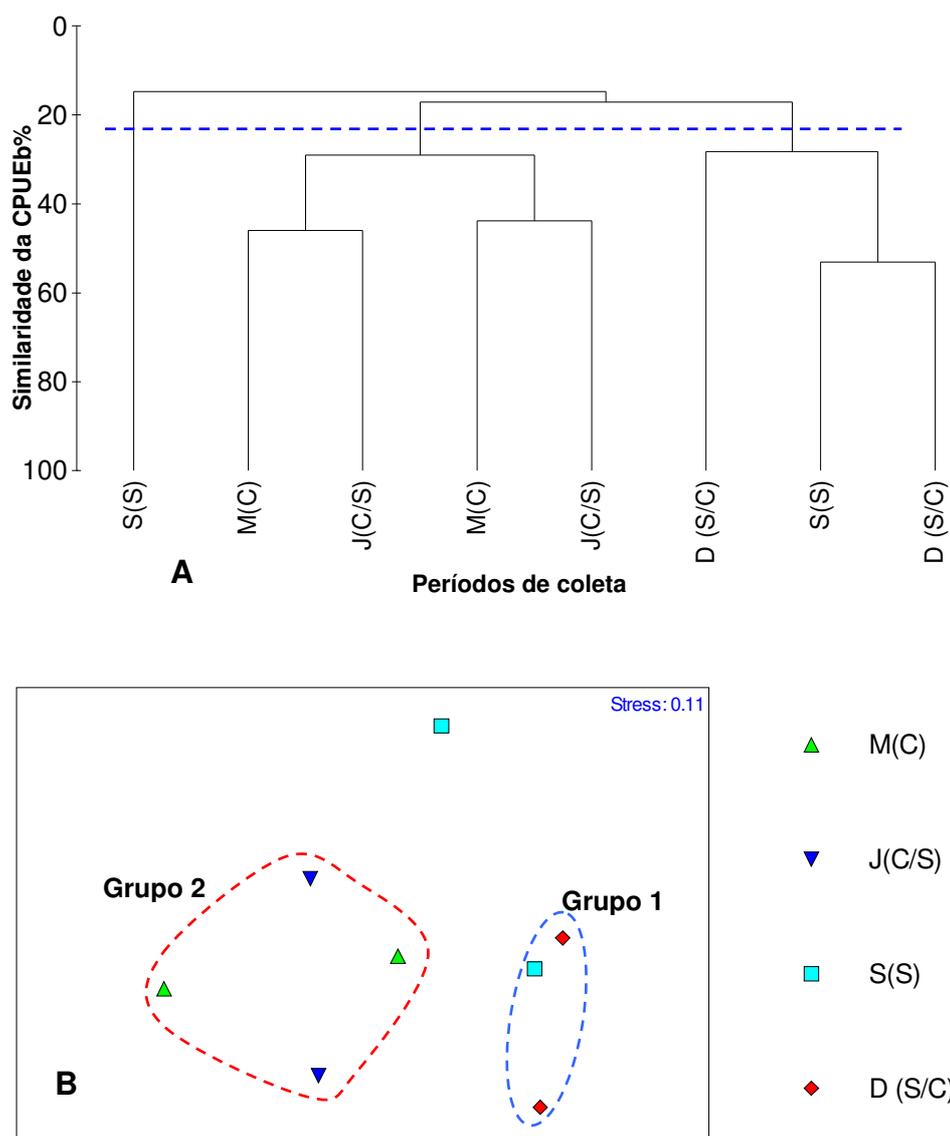
#### 5.5.1.1 Igarapés

Considerando apenas os igarapés não houve diferença significativa para a CPUE<sub>n</sub> entre os períodos sazonais ( $p > 0,05$ ). Porém, foi observada a formação de dois grupos, o primeiro formado pela coleta feita em setembro e dezembro e o segundo formado pela coleta realizada em março e junho (Figuras 70 A e B). Em

relação à CPUEn, a formação dos mesmos grupos foi observada, com diferenças entre os grupos não significativas ( $p > 0,05$ ) (Figuras 71 A e B).



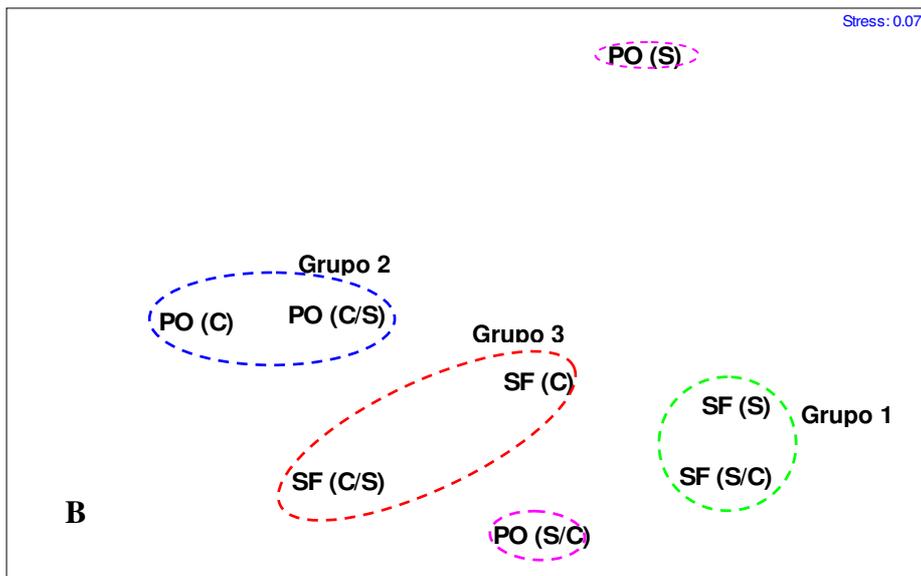
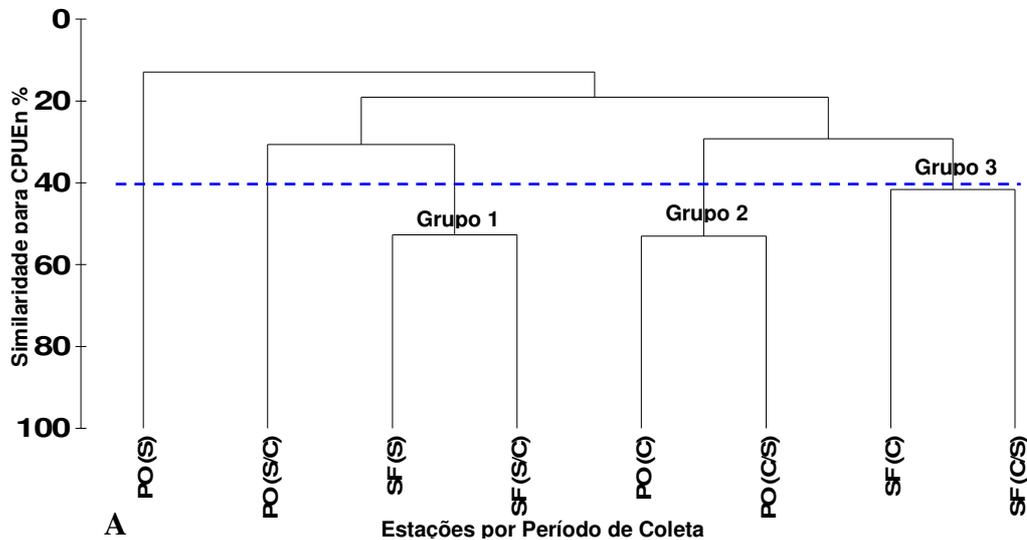
**Figura 70** - Análise de agrupamento (A) e ordenação (B) para os igarapés por período de coleta considerando a abundância relativa em CPUEn. . **D(S/C)** - Dezembro (transição entre o período seco e período chuvoso); **M(C)** - Março (período chuvoso); **J(C/S)** - Junho (transição entre o período chuvoso e período seco); **S(S)** - Setembro (período seco).



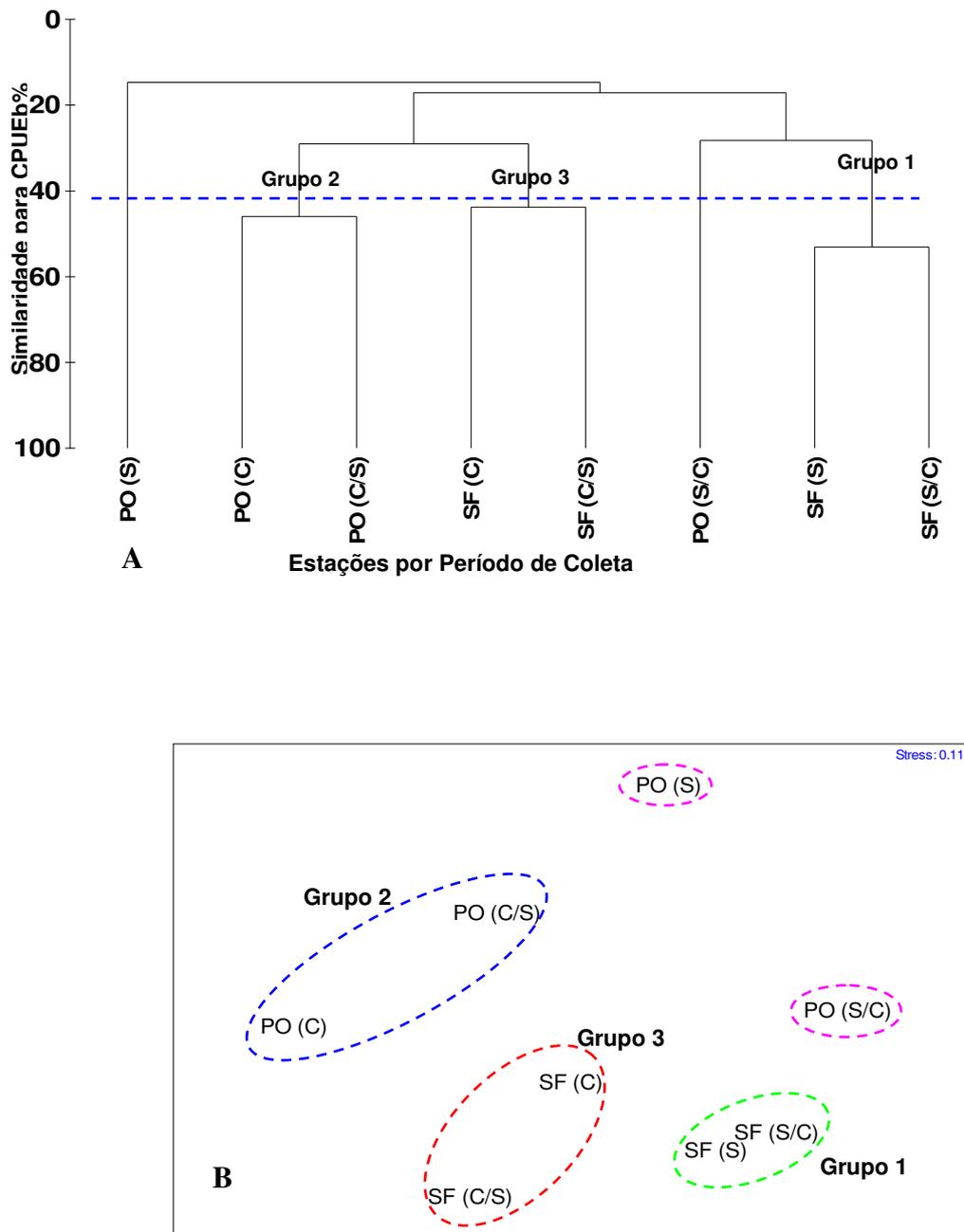
**Figura 71** - Análise de agrupamento (A) e ordenação (B) para os igarapés por período de coleta considerando a abundância relativa em CPUEb. . **D(S/C)** - Dezembro (transição entre o período seco e período chuvoso); **M(C)** – Março (período chuvoso); **J(C/S)** – Junho (transição entre o período chuvoso e período seco); **S(S)** – Setembro (período seco).

Quando se considerou os períodos climáticos e as estações de coleta, para a CPUE<sub>n</sub>, foi observado que houve formação de 3 grupos (Figuras 72 A e B) e que duas estações tenderam a se isolar, sendo estas os igarapés do Poema em setembro e em dezembro, porém eles não tiveram padrão ecológico. O primeiro grupo foi formado pela estação igarapé São Francisco em setembro e em dezembro, o segundo grupo pela estação igarapé do Poema em março e em junho e o terceiro

grupo pela estação igarapé São Francisco em março e em junho. Para CPUEb entre as estações e os períodos de coletas foram formados os mesmos grupos da CPUEn e as mesmas estações se isolaram (Figuras 73 A e B).



**Figura 72** - Análise de agrupamento (A) e de ordenação (B) para CPUEn entre as estações de coletas localizadas nos igarapés considerando o s períodos climáticos. PO – Igarapé do Poema; SF – Igarapé São Francisco. Dezembro (**S/C**): transição entre o período seco e período chuvoso; março (**C**): período chuvoso; junho (**C/S**): transição entre o período chuvoso e período seco; setembro (**S**): período seco.



**Figura 73** - Análise de agrupamento (A) e de ordenação (B) para abundância relativa em CPUEb entre as estações de coletas localizadas nos igarapés considerando o s períodos climáticos. PO – Igarapé do Poema; SF – Igarapé São Francisco. SF dezembro (**S/C**): transição entre o período seco e período chuvoso; março (**C**): período chuvoso; junho (**C/S**): transição entre o período chuvoso e período seco; setembro (**S**): período seco.

## 5.6 DADOS AMBIENTAIS

### 5.6.1 Análise Química da água

Os resultados para análise da água mostraram que sazonalmente o pH e a salinidade apresentaram valores mais elevados de médias em setembro (S) e em dezembro (S/C). A estação de coleta Icoaraci apresentou os maiores valores de pH e salinidade. Já a estação Linhão do Tucuruí apresentou os menores valores (Tabela 9).

Para a temperatura da água a coleta realizada em março e junho apresentou valores maiores que as coletas de setembro e dezembro, que apresentaram temperaturas menos elevadas. Entre as estações, na estação Ilha do Fortinho e Icoaraci foi onde ocorreram as maiores variabilidades (Tabela 9).

No material em suspensão (MS) a coleta feita em dezembro ocorreu as menores concentrações de MS. As estações de coletas foram semelhantes entre si (Tabela 9). Já para a turbidez a coleta de março apresentou águas mais turvas (maiores concentrações). Entre as estações de coleta, a estação Icoaraci apresentou as menores concentrações (Tabela 9).

Para os nutrientes, o nitrato na coleta de março e junho apresentou as maiores concentrações que nas coletas de dezembro e setembro. Entre as estações de coletas, as estações Tucunduba e ver-o-Peso apresentaram as maiores concentrações e a estação Linhão do Tucuruí as maiores variabilidades (Tabela 9). Para a amônia a coleta de setembro apresentou os menores valores de concentrações. Para as estações de coletas, as estações Tucunduba, Ver-o-Peso e Canal do Jacaré apresentaram as maiores concentrações (Tabela 9). O ortofosfato

apresentou concentrações mais baixas em setembro. Nas estações de coleta, a estação Linhão do Tucuruí apresentou com maiores concentrações e variabilidade e a estação Icoaraci os menores (Tabela 9).

Para o Oxigênio consumido (OC) as menores concentrações ocorreram em setembro e dezembro e as maiores em março. Entre as estações as diferenças foram semelhantes (Tabela 9).

**Tabela 9** - Dados químicos da água por estação coleta e períodos climáticos. n.d. – não identificável.

Período de Coleta	Estações	T °C	Ph	OC MgL <sup>-1</sup>	Salinidade	Turbidez	MS	P-orto MgL <sup>-1</sup>	Nitrato MgL <sup>-1</sup>	Amônia MgL <sup>-1</sup>
<b>Dezembro S/C</b>	Linhão do Tucuruí	31	5.78	1,2	0.1	46	3.71	0.16	1.2	0.31
	Tucunduba	31	5.96	1,4	0.2	38	4.28	0.03	0.85	0.44
	Ver-o-Peso	31.5	5.94	1,45	0.25	49.5	3.85	0.07	1.15	0.67
	Canal do Jacaré	31	5.97	1,6	0.3	30	4.29	0.09	1	0.67
	Icoaraci	31	6.56	1,7	0.75	25	3	0.01	n.d.	0.27
	Ilha do Fortinho	31	5.92	0,9	0.2	25	11.6	0.05	n.d.	0.13
<b>Março C</b>	Linhão do Tucuruí	31	5.19	7,1	0	82	80.33	0.11	2.3	0.19
	Tucunduba	32	5.36	7,1	0	91	58.44	0.12	2.75	0.56
	Ver-o-Peso	32.5	5.34	6,95	0	87.5	13.88	0.08	3.85	0.73
	Canal do Jacaré	32	5.78	7,2	0	70	36.17	0.06	1.3	0.49
	Icoaraci	33.5	5.72	5,95	0	62.5	32.02	0.03	1.35	0.22
	Ilha do Fortinho	33	5.44	6,55	0	88	77.96	0.07	0.7	0.26
<b>Junho C/S</b>	Linhão do Tucuruí	31	5.36	4,7	0	33	24.5	0.01	0.2	0.19
	Tucunduba	32	5.38	5,5	0	31.5	27.5	0.03	1.7	0.24
	Ver-o-Peso	32	5.65	5,65	0	28	34.98	0.02	0.95	0.15
	Canal do Jacaré	32	5.42	4,7	0	24	11.83	0.01	0.9	0.24
	Icoaraci	31	6.17	4,9	0.15	17	14	0.01	0.75	0.10
	Ilha do Fortinho	32	5.95	4,8	0	24	7.83	0.06	0.8	0.11
<b>Setembro S</b>	Linhão do Tucuruí	32	5.7	2,5	0	41.2	39	0.03	0.1	0.02
	Tucunduba	31.25	6.12	3,2	0.05	38.15	64.49	0.03	1.05	0.18
	Ver-o-Peso	30.75	6.34	3,3	0.1	63.1	72.93	0.02	1.2	0.25
	Canal do Jacaré	31	6.39	2,8	0.1	36.1	36.83	0.01	0.8	0.22
	Icoaraci	32	6.60	3,2	0.55	20.6	26.83	0.01	0.2	0.25
	Ilha do Fortinho	31	6.11	3	0.1	34.2	39	0.01	0.5	0.1

### 5.6.2 Análise Geoquímica do Sedimento

Os metais pesados Zinco e Cromo ,variaram entre os períodos de coleta onde em dezembro e março as concentrações foram menores. Já por estações de coleta as variações foram semelhantes, sendo que o cobre apresentou maiores variabilidade nas estações Linhão do Tucuruí, Tucunduba e Ilha do Fortinho. O Cobre apresentou variação elevada entre os períodos de coleta, entretanto entre as estações de coletas as maiores médias e menores variabilidades ocorreram na estação Ver-o-Peso (Tabela 10). O Níquel apresentou maiores médias e menores variabilidades na coleta de março. Para as estações de coleta as maiores médias e menores variabilidades ocorreram na Ilha do Fortinho (Tabela 10).

A matéria orgânica apresentou menores variabilidades em junho a maiores médias em dezembro e setembro. Por estação de coletas os maiores valores ocorreram para a estação Canal do Jacaré (Tabela 10). Para a granulometria do sedimento (areia, silte e argila), as maiores variabilidade ocorreram para fração silte e as menores para fração argila, tanto por período como por estações de coleta (Tabela 10).

**Tabela 10** - Dados químico e granulométricos do sedimento por estação coleta e períodos climáticos.

Período de Coleta	Estações	Cromo ppm	Cobre ppm	Níquel ppm	Zinco ppm	Matéria Orgânica	Areia %	Silte %	Argila %
Dezembro S/C	Linhão do Tucuruí	57	17	39	68	0,11	14,15	79,80	6,05
	Tucunduba	57	23	39,5	76,5	0,57	34,65	60,53	4,83
	Ver-o-Peso	59	18	40	70	0,40	6,65	82,73	10,63
	Canal do Jacaré	56	15	35	64	1,00	12,45	84,00	3,55
	Icoaraci	39	12,5	26	43	0,69	21,60	67,55	10,85
	Ilha do Fortinho	70	21	42	70	0,99	2,85	84,60	12,55
Março C	Linhão do Tucuruí	56	16	49	56	0,41	21,20	71,00	7,80
	Tucunduba	51	17	46,5	62,5	0,18	19,13	73,93	6,95
	Ver-o-Peso	62	30,5	50	77,5	0,51	16,35	78,28	5,38
	Canal do Jacaré	50	19	43	64	0,47	14,20	81,90	3,90
	Icoaraci	56	18,5	46,5	61,5	0,54	13,95	81,08	4,98
	Ilha do Fortinho	52	18	46	57	0,22	4,10	91,80	4,10
Junho C/S	Linhão do Tucuruí	91	15	41	229	0,50	6,65	88,45	4,90
	Tucunduba	79,5	14	32,5	291,5	0,53	24,45	71,13	4,43
	Ver-o-Peso	78,5	35	34,5	140,5	0,38	40,48	54,25	5,28
	Canal do Jacaré	108	20	50	142	0,50	13,40	79,10	7,50
	Icoaraci	82	16	38	117,5	0,37	20,83	74,45	4,73
	Ilha do Fortinho	99	17	48	235	0,39	14,45	78,80	6,75
Setembro S	Linhão do Tucuruí	92	18	38	98	0,81	6,91	82,93	10,16
	Tucunduba	87,5	22,5	39	133	0,32	49,27	46,33	4,40
	Ver-o-Peso	92,5	18,5	40	104,5	0,30	52,39	41,34	6,27
	Canal do Jacaré	73	14	31	109	1,37	13,15	66,07	20,78
	Icoaraci	91,5	17	42	116,5	0,60	15,12	74,19	10,70
	Ilha do Fortinho	100	19	52	193	0,63	7,93	77,40	14,67

### 5.2.3 Analise BIO-ENV

Os resultados mostraram que possivelmente a ictiofauna não sofre influência direta das variáveis abiótica (água e sedimento), pois a correlação entre esses dados com a CPUE<sub>n</sub> e CPUE<sub>b</sub> foi muito baixa, resultando em diferenças não significativas ( $r < 0,09$ , para a água e  $r < 0,29$ , para o sedimento).

## 6. DISCUSSÃO

Foram capturadas 40 espécies de peixes na baía do Guajará, distribuídos em 25 famílias e 7 ordens. Comparativamente com outras regiões estuarinas, a baía do Guajará apresentou o menor número de espécies (No estuário Amazônico – Barthem, 1985; Barletta, 1999; Torres, 1999; Barros, 2005; Hercos, 2006. Em e outras regiões estuarinas – Castro, 1997; Araújo et al, 1998; Spach et al, 2003; Correa et al, 2004; Macieira, 2005). Nestes ambientes os valores de salinidade são mais elevados o que favorece uma maior diversidade de espécies. Em estuários, nas zonas de mistura entre a água doce e salgada, onde as diferenças nos fatores ambientais são críticas, as alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas geram um pronunciado estresse ambiental resultando em uma baixa diversidade quando comparado com outros sistemas aquáticos onde esses fatores ambientais são mais constantes (Kennish, 1986b).

Na baía do Guajará as diferenças na salinidade são pequenas, caracterizando um ambiente grandemente influenciado pela águas continentais. A diversidade neste ambiente é especialmente baixa e se caracteriza por apresentar poucas condições para o desenvolvimento de algumas espécies. Isto se deve ao fato de que o ambiente é altamente dinâmico, com fortes correntes de marés, ondas geradas pelo vento (RIBEIRO, 2004; PINHEIRO, 2002), além do grande fluxo de embarcações na área. Odum (1983) cita que a presença e o sucesso de um organismo ou de um grupo de organismos dependem de uma série de fatores ambientais e que existe um limite de tolerância para cada indivíduo. A aproximação ou o excesso destes limites acabam se tornando uma condição ou fator limitante.

A composição da ictiofauna entre os ambientes de canal e igarapés foi diferente. Para o canal, em relação à ocupação temporal da ictiofauna, grande parte das espécies esteve presente em quase todos os períodos de coletas, salvo algumas exceções, não indicando uma marcada sazonalidade. Especialmente, a ictiofauna que ocorreu na baía do Guajará propriamente dita foi similar à registrada na foz do rio Guamá. Para os igarapés, temporalmente algumas espécies somente foram registradas em períodos específicos.

As espécies capturadas no canal foram formadas principalmente por organismos considerados de médio a grande porte com hábitos migratórios, movimentando-se entre os ambientes límnico-estuarino e estuarino-costeiro. Essas espécies adentram no estuário dependendo das condições da água chegando a suportar pequenas variações na salinidade (BARTHEM, 1985; ESPIRITO SANTO et al., 2005). No canal principal foram capturadas 10 famílias (16 espécies), destacando a Pimelodidae como a mais representativa. Espécies desta família destacam-se por apresentar ampla distribuição ao longo da costa Norte (CAMARGO; ISAAC, 2001) e por ocorrerem em salinidades preferencialmente em torno de 8 (BARTHEM, 1985; TORRES, 1999), indicando que apesar do hábito límnico, elas toleram o ambiente estuarino.

Nos igarapés foram capturadas 15 famílias (31 espécies), destacando as famílias Anastomidae, Characidae, Pimelodidae e Sciaenidae e espécies de hábito límnico, como *C. inornata*, *L. friderici* e *L. fasciatus*, entre outras (VIEIRA, 2000; RUFFINO; ISAAC, 2000). Neste ambiente, a maioria das espécies foi de água doce, com indivíduos de pequeno a médio porte e que realizam apenas pequenas migrações dentro dos igarapés (RUFFINO, 2004). A migração de algumas das espécies capturadas nos igarapés já é conhecida para as águas continentais, como por exemplo, movimentos registrados para *L. friderici* (aracu), *P. blochi* (jundiá), *T.*

*elongatus* (sardinha papuda) (MARTINS, 2000). Estes movimentos estão relacionados à variação sazonal do nível da água que promove modificações físicas e químicas no ambiente e muitas espécies que vivem nestes locais acabam criando estratégias de vidas que incluem a migração (FERNANDES 2001 apud CAMPOS DO LAGO, 2003).

Dentre as espécies que se destacaram em termos de abundância relativa no canal tem-se a *Anchoa spinifer* (sardinha arapaia), *Ageneiosus* aff. *ucayalensis* (mandubé), *Brachyplatystoma rousseauxi* (dourada), *Lithodoras dorsalis* (bacu), *Plagioscion squamosissimus* (pescada branca) e *Pellona flavipinnis* (sarda). Nos igarapés, as principais espécies capturadas foram a *Curimata inornata* (branquinha), *A. spinifer* (sardinha arapaia) e *Hypostomus plecostomus* (acari).

*A. spinifer* possui ampla distribuição podendo ser encontrada em toda porção leste do Atlântico, e também no Pacífico, desde o Panamá até a cidade de Santos (SP) (ESPIRITO SANTO et al., 2005; MAIA; CALVACANTE, 2005). É uma espécie demersal, podendo ser capturada até 40 m de profundidade, encontrada em ambientes estuarinos, mas com capacidade de adentrar ambientes de água doce (WHITEHEAD et al., 1988; ESPIRITO SANTO et al., 2005; MAIA; CALVACANTE, 2005). Em dezembro foram registradas as maiores abundâncias relativas (CPUEn e CPUEb) desta espécie. Este período corresponde com o de maior atividade reprodutiva da espécie na área (BARBOSA, 2007) Quanto à importância da espécie para o homem, atualmente ela não é capturada para a comercialização, podendo ser consumida nas comunidades locais. A grande importância está sua utilização como isca para captura de outras espécies (ESPIRITO SANTO et al., 2005; SANTOS et al., 2006). Essa espécie também foi importante nos igarapés.

*A. aff.Ucayalensis* é uma espécie que possui distribuição geográfica restrita ocorrendo somente no estuário e na Bacia Amazônica (BARTHEM, 1985),

entretanto já foram registrados ocorrências nas Guianas e na Bacia do rio Paraná (LE BAIL, 2000). Barthem (1985) observou na baía do Marajó que, com a diminuição da pluma de água doce no estuário, algumas espécies, dentre elas a *A. aff. Ucayalensis* ficam ausentes naquele ambiente. Na baía do Guajará essa espécie apresentou maiores abundâncias (CPUEn e CPUEb), com diferenças significativas, em dezembro que é um dos períodos de maior influência do ambiente marinho. Como a baía do Guajará é uma área com maior influencia continental, há a possibilidade de essa espécie migrar da baía do Marajó para a parte mais interna do estuário, no verão, fugindo de áreas mais salinas na porção mais externa do estuário. Na área estudada, foi registrado que a espécie não utiliza este ambiente como área de reprodução apenas para crescimento e alimentação. Economicamente, a *A. aff. Ucayalensis* possui baixo valor comercial (FERRARIS, 2003) sendo capturada em pequena escala apenas para o consumo interno ou até mesmo de subsistência (SANTOS et al., 2006).

*B.rousseauxii* está distribuída em ambientes fluviais e também na porção do estuário com baixa salinidade (BARTHEM; GOULDING, 1997). A ocorrência da espécie já foi registrada desde a Bolívia, em toda a Bacia Amazônia seguindo até a parte doce da foz do estuário, possuindo preferências principalmente por sistema de águas brancas, mas também encontradas em rios de água preta, habitando o canal dos rios, ocasionalmente entra em áreas de várzea para se alimentar, mas retorna as águas mais profundas do rio antes do dia nascer (BARTHEM; GOULDING, 1997; ESPIRITO SANTO et al., 2005; SANTOS et al., 2006). Quanto à reprodução, a espécie é caracterizada por apresentar migração de longa distância. Barthem e Goulding (1997) indicam que a dourada desova somente na Amazônia ocidental (nas fronteiras do Brasil com a Colômbia e Equador). Santos et al. (2006) descreve que após a desova os ovos e também as larvas são carregados rio abaixo até o

estuário, que é o local de crescimento e alimentação das formas jovens. No estuário são encontrados indivíduos juvenis e pré-adultos, mas os adultos são raros ou não ocorrem (BARTHEM; GOULDING, 1997). Na baía do Guajará foram capturados apenas indivíduos juvenis, reforçando a hipótese de que o estuário é uma área propícia para o crescimento. No estuário Amazônico a época de maior captura da espécie ocorre no segundo semestre, quando a pluviosidade diminui (BARTHEM; GOULDING, 1997; OLIVEIRA, 2005). Esses autores justificam sua presença em maior abundância neste período devido sua posição na coluna d'água, ou seja, ela se desloca próximo da superfície (de 5 a 10 metros de profundidade) favorecendo com que seu deslocamento ocorra a distâncias mais longas resultando na maior permanência da espécie no estuário. Na baía do Guajará a espécie foi capturada em todas as coletas, entretanto as maiores abundâncias (CPUE<sub>n</sub> e CPUE<sub>b</sub>) ocorreram na coleta de dezembro. Isto pode ser justificado pela migração dos indivíduos que estão saindo da área do estuário com maior influencia salina ou também pela utilização do ambiente para alimentação, como já observado, por indivíduos que ainda não realizaram migração para área mais externa devido ao seu tamanho ainda pequeno. A importância comercial da espécie no alto da bacia Amazônica não é tão elevada para o consumo interno, entretanto para as indústrias de pescas, que exportam a espécie, e para o consumo interno na região estuarina, sua importância econômica é bastante elevada.

*L. dorsalis* já foi registrada no sistema Solimões/Amazonas sendo comum em rios e lagos de águas brancas e na região estuarina (SANTOS et al., 2006). Barthem (1985) observou que esta espécie não ocorreu na baía do Marajó durante a estação seca. Na baía do Guajará, a abundância desta espécie foi estatisticamente similar entre períodos do ano. Na área estudada foi registrada que a espécie não utiliza este ambiente como área de reprodução, apenas para crescimento. Le Bail et

al. (2000) e Santos et al. (2006) citam que a espécie reproduz-se durante a enchente dos rios, a desova parece ser total e as larvas e jovens adultos são abundantes na região do estuário do rio Amazonas, que funciona como área de berçário, fato corroborado com os resultados deste estudo. A importância econômica da espécie é insignificante (ESPIRITO SANTO et al., 2005), entretanto ela possui importância ecológica. Evidências apontam que ela atua como dispersor de sementes de certas plantas de várzea o que provavelmente contribui para a manutenção da diversidade de espécies vegetais nesses ambientes (BURGESS, 1989; SANTOS et al., 2006).

*P. squamosissimus* possui ampla distribuição na América do Sul, incluindo a Bacia Amazônica, Paraná, Magdalena/Colômbia, Essequibo/Guiana e Bacia do rio Orinoco (BOERGER; KRITSKY, 2002). A espécie possui hábito bentopelágico, com características sedentárias na bacia Amazônica (PALOMARES, 1991; Santos et al., 2006) e de pequenas migrações no estuário, de acordo com a variação salina (BARTHEM, 1985). A abundância desta espécie foi similar durante todo o estudo, assim como o registrado por Cardoso (2003) na Ilha de Mosqueiro. A reprodução da espécie ocorre ao longo de todo ano, caracterizando desova parcelada com dois picos anuais, entre abril e junho e entre agosto e setembro (CARDOSO, 2003; VIANA, 2005; SANTOS et al., 2006). No Pará, a espécie possui alto valor comercial (Sanyo Marine Tecno, 1998), tanto na pesca de água doce como estuarina. No mercado de Manaus ela contribui com cerca de 2% da produção pesqueira (ESPIRITO SANTO et al., 2005; SANTOS et al., 2006).

*P. flavipinnis* possui ampla distribuição sendo encontrada desde o Golfo do Paria ao Norte do Brasil, desde a Bacia Amazônica até o estuário (CAMPOS DO LAGO et al., 2003; ESPÍRITO SANTO et al., 2005). A espécie possui hábito pelágico podendo ser encontrada até 20 m de profundidade (VAL; DE ALMEIDA-VAL, 1995; ESPIRITO SANTO, 2005). Poucos estudos foram feitos até o momento descrevendo

a espécie, entretanto já se sabe que ela possui hábitos migratórios (COXFERNANDES,1988) e que apesar de habitar ambientes límnicos, pode ser encontrada em regiões estuarinas com baixas salinidades (WHITEHEAD et al., 1988; ESPIRITO SANTO et al., 2005). Campos Lago (2003) fez um estudo sobre a reprodução da espécie em uma região do Amazonas e constatou que a espécie possui desova única no final da seca e início da enchente. Na baía do Guajará, apesar das maiores abundâncias (CPUE<sub>n</sub> e CPUE<sub>b</sub>) terem ocorridos em dezembro, foi em junho (final do chuvoso e início do seco), que foram observados indivíduos reproduzindo (BARBOSA, 2007). Economicamente ela é consumida localmente apresentando importância comercial moderada (ESPIRITO SANTO et al., 2005; SANTOS et al., 2006).

*C. inornata* distribui-se na América do Sul, na bacia do rio Amazonas e rio Tocantins (VARI; REIS, 1995). Santos et al. (2006) advoga que ela esteja distribuída apenas na porção média e baixa da Bacia Amazônica, ocorrendo normalmente em lagos ou nas margens dos rios. A espécie possui hábito bentopelágico (VAL; DE ALMEIDA-VAL, 1995) e forma grandes cardumes realizando migrações tróficas e reprodutivas (SANTOS et al., 2006). Nos igarapés da baía do Guajará, a *C. inornata* também foi capturada em grandes cardumes. Quanto à reprodução, sabe-se que grande parte das espécies pertencentes à família Curimatidae possuem desova total que geralmente ocorre no início da enchente (SANTOS et al., 2006). Na Baía do Guajará, grande parte dos indivíduos apresentou estágio maturacional D (desovado) principalmente no período seco, na coleta de setembro (BARBOSA, 2007). Possivelmente a migração que ocorre para a porção mais interna do igarapé esteja ligada a aspectos reprodutivos. Economicamente a espécie não é valorizada (SANTOS et al., 2006).

*H. plecostomus* está distribuída na América do Sul desde a Venezuela a Colômbia até a foz do rio Amazonas (BAENSCH; RIEHL, 1985; ESPIRITO SANTO, 2005). A espécie é de água doce, mas suporta águas ligeiramente salobras (BURGESS, 1989; ESPIRITO SANTO, op cit). Não há informações sobre a reprodução da espécie. Na baía do Guajará, a espécie utilizou o ambiente como área de berçário.

As espécies ocasionais foram mais freqüentes que as acessórias, para o canal e igarapé. Houve, entretanto a predominância de espécies típicas de ambientes continentais. Em ambientes estuarinos, onde a salinidade é relativamente baixa (<18), geralmente a ictiofauna é composta por organismos habitam águas continentais, estuarinas e marinhas, desde que possuam adaptações fisiológicas para suportarem variações nos teores salinos (OLIVEIRA, 1972). Na baía do Guajará a salinidade não ultrapassou 0,5 (PINHEIRO, 1987).

Considerando, que maior parte das espécies que habitam a baía de Guajará é visitante, percebe-se que estas utilizam o ambiente como área de reprodução, berçário e alimentação. Vários autores, destacando Kennish (1986b); Knox (1986); Spach et al. (2003) e Mafalda Jr. et al. (2004), justificam que a escolha dos estuários para reprodução, berçário e alimentação se deve a vários fatores, dentre eles destaca-se a disponibilidade alimentar e a possibilidade de obter refúgio contra predadores e parasitas, resultado da complexidade estrutural da área, pouca profundidade, turbidez e o reduzido número de peixes carnívoros de grande porte ocasionando assim uma elevada produtividade. Esses mesmos autores destacaram ainda a importância que estes ambientes possuem em relação à nutrição, desenvolvimento e reprodução de juvenis e larvas de numerosas espécies de peixes e invertebrados de importância econômica e ecológica.

Esta situação é registrada para a baía do Guajará, onde 81,10% dos espécimes capturados que estavam se alimentando, 67% são juvenis e 33% estavam reproduzindo. Assim com outros sistemas estuarinos amazônicos, este ambiente é caracterizado por apresentar elevada concentração de nutrientes. A disponibilidade alimentar, além da proteção que a área oferece, através de pequenos furos e igarapés, favorece as espécies, que utilizam o ambiente para reprodução e como área de berçário como observado por Barbosa (2007); Anunciação et al (2006) e Raiol et al. (2006), em estudos preliminares na baía do Guajará. A utilização de estuários como área de alimentação já foi registrado por Barthem; Goulding (1997) e Torres (1999) para *B. rousseauxii*, *B. vaillantii* e *B. filamentosum*.

Na baía de Guajará houve predominância de espécies com hábito alimentar onívoro, (organismos que apresentam diversos itens alimentares peixes, detritos, etc), oportunistas favorecendo-se do que está disponível no ambiente (RAIOL et al, 2006). Em relação ao local de captura, os igarapés apresentaram maiores porcentagem de indivíduos se alimentando e reproduzindo que o canal principal. Possivelmente isto está relacionado à maior proteção contra predadores e também maior disponibilidade alimentar que os igarapés oferecem.

Foi observada a predominância de indivíduos desovando e se alimentando no período seco e de transição seco/chuvoso. Barthem (1985), na baía do Marajó, afirmou que as espécies de água doce reproduzem-se apenas no período chuvoso e as espécies de água salgada no período seco. Na baía do Guajará isto não foi observado, uma vez que o pico no período de desova da ictiofauna ocorreu independente das espécies serem limnícas, estuarinas ou marinhas.

Brito (2005) através de uma revisão bibliográfica sobre peixes estuarinos na região norte, em consonância com o presente estudo, mostrou que do total de espécies que estão reproduzindo, 40,6% desovam preferencialmente durante o período seco, 34% durante o período chuvoso. Isto se deve principalmente à maior disponibilidade de alimento na estação seca, segundo semestre do ano (BARTHEM, 1985; TORRES, 1999; BARROS 2005). Essa maior disponibilidade alimentar pode está relacionada com a diminuição da descarga do rio Amazona no segundo semestre do ano, isto é, a matéria orgânica em suspensão que antes era depositada na parte mais externa do estuário, com a diminuição na hidrodinâmica no período seco, ela acaba sendo depositada na parte mais interna, gerando oferta de alimento para as espécies que são em grande parte detritívoras ou que se alimentam de organismos bentônicos.

As espécies que se reproduzem no período chuvoso geralmente possuem preferência por áreas de várzeas. Claro Jr. et al. (2004) citaram que muitos organismos, dentre eles a espécie *Triporthus elongatus* (sardinha papuda), ocupam as áreas de várzeas em busca de alimento e abrigo e posteriormente a reprodução e que essas espécies possui hábito alimentar principalmente composta por frutos, sementes e invertebrados.

A diversidade no estuário amazônico tende a variar com a sazonalidade uma vez que, no período chuvoso (entre os meses de março a junho), a diversidade de espécies é menor, ocorrendo à predominância de peixes de água doce. No período seco (entre os meses de setembro a novembro) a diversidade tende a aumentar predominando espécies de águas marinhas (BARLETTA, 1999; TORRES, 1999; BARTHEM, 1985; CAMARGO; ISAAC, 2001; BRITO, 2005, HERCOS, 2006). Na baía do Guajará não houve diferença da diversidade ao longo de todo ano nem entre os ambientes de coletas (canal principal e igarapés). Entretanto, foi registrado

um aumento na abundância relativa da ictiofauna no período seco influenciado possivelmente pela maior disponibilidade alimentar ou pelo ciclo reprodutivo da espécie. Algumas espécies que freqüentam a baía do Marajó durante o primeiro semestre do ano (maior descarga de água doce) e são ausentes no segundo semestre devido ao aumento da salinidade podem estar migrando para baía do Guajará neste período

As características de um ecossistema (físico, químico e biológico) são chamadas de indicadores. Grover (2001) definiu indicadores ecológicos como sendo uma medida, um índice de medidas, ou um modelo que caracteriza um ecossistema ou um de seus componentes principais identificando variações que ocorrem no meio. Segundo Karydis e Tsirtsis (1996), os índices ecológicos são utilizados para estimar a efetividade dos parâmetros biológicos na caracterização de níveis tróficos e se tornam importantes por sua relevância para estudo de qualidade da água envolvendo os organismos. Indicadores ambientais, sendo medidas que sumarizam elementos chaves de um complexo ecossistema (HARRISON; WHITFIELD, 2004)

O ambiente aquático está freqüentemente sujeito a uma variedade de distúrbios ambientais. Os organismos constituintes das comunidades biológicas possuem adaptações evolutivas a determinadas condições ambientais e apresentam limites de tolerância a diferentes alterações das mesmas, sendo capazes de responder tanto a influências naturais quanto antropogênicas. Por esse motivo, monitoramento biológico se torna uma das maneiras de determinar a qualidade da água através das respostas destas comunidades biológicas a modificações nas condições ambientais originais (GOULART; CALLISTO, 2003).

Considerando os aspectos biológicos como indicadores na área, destaca-se o estudo de Dias (1995) sobre a balneabilidade da Ilha de Mosqueiro. Este autor afirmou que o estuário Guajarino exerce influência nesta ilha e que aliada com os

fatores antrópicos do próprio local, geram uma degradação ambiental preocupante, detectada através do baixo teor de clorofila, que resulta em um ambiente com baixa produtividade e baixa diversidade de espécies fitoplanctônicas, com dominância de diatomáceas, e altos níveis de coliformes fecais. Ribeiro (2002) fez um trabalho semelhante no igarapé Paracurí, que deságua na baía do Guajará, encontrando como resultado indícios de poluição destacando a presença de *Eshirichia coli* e *Salmonellas spp.* e espécies de algumas eterobactérias que são patógenas ao homem.

Paiva et al. (2004) avaliou a composição e biomassa da produção primária e variação sazonal, dando destaque para o microfitoplâncton assim como a ocorrência de organismos fitoplanctônicos bioindicadores de ecossistemas impactados no igarapé Tucunduba. Dentro dos grupos Cyanophyta e Euglenophyta foram encontradas as principais espécies bioindicadoras de qualidade da água para este igarapé o que demonstra o alto grau de degradação do ambiente. Paralelo a este resultado, também foi verificado a presença de coliformes totais (de até 35.000 por 100 ml de água) com valores sete vezes acima do aceitável pela resolução 20/1986 do CONAMA (que é de 5.000 por 100 ml de água).

Em relação à ictiofauna, na baía do Guajará foi feito até o momento apenas alguns estudos preliminares utilizando este grupo como indicador da qualidade ambiental. Neves (2007) utilizando indicadores ecológicos na baía do Guajará mostrou que a contaminação orgânica está bioestimulando a comunidade íctica resultando em uma maior diversidade em locais impactados que os não impactados. Entretanto, em outras regiões do Brasil, estudos mostraram que os fatores antrópicos contribuem para a diminuição da diversidade, reduzem a quantidade de habitats, alterando a estrutura das comunidades de peixes, reduzindo a riqueza e prejudicando a sobrevivência e a reprodução de inúmeras espécies que

utilizam os ambientes aquáticos (SILVA, 1995; SMITH; BARRELLA, 2000; CLETO FILHO, 2003). Este tipo de efeito causado pela contaminação ainda não está sendo observado na baía do Guajará onde a hidrodinâmica do ambiente e a grande vazão acabam se tornando eficientes autodepuradores, diluindo a carga poluente tornando a contaminação no ambiente de estudo um fator positivo para a ictiofauna já que serve como fonte de alimento.

Clark (2001); Mayer-Pinto; Junqueira (2003) explicaram que o enriquecimento de nutrientes causado por algum fator antrópico, em níveis moderados, pode fazer com que haja um rápido aumento na comunidade (bioestimulação). Este pode ser o caso da baía do Guajará e é válido, de uma maneira geral, para toda a área, no ambiente de canal, uma vez que os pontos de coleta não foram discriminados nas análises.

Pereira (2001) e Carvalho (2002) relataram que os lançamentos de esgoto na água e nos sedimentos influenciam na concentração de nutrientes e que o fósforo, nitrogênio e carbono orgânico foram os que apresentaram valores mais elevados na saída dos esgotos encontrados na baía do Guajará. Mazzeo (1991), estudando as vias de drenagem de Belém, encontrou indícios de poluição por efluentes domésticos (tais como excrementos humanos e agentes reforçadores e surfactantes de sabões e detergentes sintéticos) em todos os canais estudados.

Deve-se salientar também que as principais espécies que habitam o canal são de hábitos migratórios, o que favorece o deslocamento das espécies entre os pontos de coleta, tornando a baía, para estas espécies, um ambiente único. O mesmo não acontece com organismos bentônicos ou endêmicos do local, que apresentam menores capacidades de locomoção. Na baía do Guajará, Silva (2006) estudando as comunidades macrobentônicas mostrou que os grupos taxonômicos dominantes no ambiente são oportunistas e resistentes a condições de

contaminação ambiental, tais como os oligochaetas e os polychaetas que são resistentes à contaminação por metais pesados e matéria orgânica. Outro fator observado é que houve aumento na densidade da macrofauna nas estações contaminadas.

Entretanto, não se pode esquecer que a fertilização do ambiente de forma exagerada, a eutrofização, faz com que haja um aumento tão elevado na produção primária que resulta em depleção do oxigênio na água tornando este elemento um limitante para a sobrevivência aquática. Isto pode ocorrer a médio longo prazo na Baía de Guajará.

Apesar da contaminação está sendo aparentemente positiva para a ictiofauna, este benefício pode está camuflando outros tipos de conseqüências da contaminação. Coelho (2006), utilizando o fígado de uma espécie como indicador de qualidade na baía do Guajará mostrou que alguns indivíduos, principalmente em estações contaminadas, apresentaram alterações neste órgão tais como congestão, degeneração gordurosa, hepatite e inflamação indicando uma possível influência dos fatores antrópicos lançados na baía do Guajará.

Índices de diversidade são bastante utilizados quando se trata de alteração antropogênica na comunidade biótica. Os índices de diversidade servem para descrever a resposta de uma comunidade a respeito da qualidade de seu ambiente (SILVEIRA, 2004), capturando informações multidimensionais relativas à composição das espécies no grupo ou na comunidade, mostrando como ela se comporta quando exposta aos fatores antrópicos, ou seja, se ocorrerá à dominância das espécies resistentes à contaminação.

Ramaiah et al. (1995), citam que a alta produtividade primária e secundária e concentração de material orgânico são típicos de estuários tropicais poluídos. Nesses ambientes ocorrem as variações de marés e de salinidades

fazendo com que apenas as espécies adaptadas sobrevivam. Entretanto, organismos mais sensíveis são grandemente afetados pelas entradas de efluentes antropogênicos devido às alterações nas concentrações químicas da água. Para Magurran (1988) o princípio que rege as estimativas através dos índices diversidade é o de que “ambientes não perturbados serão caracterizados por uma alta diversidade ou riqueza e uma distribuição homogênea de indivíduos entre as espécies encontradas (alta eqüitabilidade). Em ambientes perturbados por despejos orgânicos, a comunidade geralmente responde com uma diminuição na diversidade. Na medida em que os organismos sensíveis são perdidos, há um aumento na abundância de organismos tolerantes que passam a ter maior quantidade de alimento (pelo maior aporte de matéria orgânica introduzida no sistema) e, conseqüentemente, uma diminuição na eqüitabilidade e diversidade”.

Na baía do Guajará não foram observadas dominâncias de espécies nos locais com influência antrópica em relação aos de referência. A diversidade também foi similar entre as áreas, tendo sido entretanto, registrado um maior índice de diversidade em duas estações influência antrópica (Canal do Jacaré e Tucunduba), embora não significativa. A abundância média também foi superior no Canal do Jacaré, porém esse resultado também não foi significativo.

A mensuração de alguns fatores ambientais tais como as formas derivadas do nitrogênio e fósforo fornecem importantes informações sobre o estado de integridade do ambiente aquático, já que suas concentrações são alteradas em casos de impactos por poluição orgânica ou industrial, alterando também a estrutura da biota. As estações de coleta do Ver-o-Peso (nitrito, amônia), do Tucunduba (nitrito, amônia) e do Canal do Jacaré (amônia) apresentaram elevados valores de nutrientes, o que pode justificar a relativa maior abundância (no caso do Canal do Jacaré) e diversidade. Entretanto, de acordo com a resolução do CONAMA 20/1986

e 357/2005 (BRASIL, 1986; BRASIL, 2005), as concentrações destes componentes químicos estiveram dentro do que é considerado normal (10 mg/l), indicando que os locais no momento da coleta não estavam contaminados.

De maneira geral, foi observado que os parâmetros químicos da água apresentaram variação sazonal, e que grande parte dos parâmetros apresentou maiores concentrações em dezembro (amônia) e março (amônia e nitrato). Os nutrientes são grandes responsáveis pelo aumento na oferta de alimento para os produtores primários e conseqüentemente para toda a cadeia trófica posterior que acaba utilizando este período de maior disponibilidade alimentar como estratégia para a alimentação. Winemiller e Jepsen (1998) mostram que mudanças no hábitat (física, sazonal, na qualidade e quantidade) influenciam tanto na dinâmica das populações como nas interações das espécies. Que o transporte de nutrientes, detritos ou alimento entre os habitats podem grandemente influenciar na produtividade, na ciclagem de materiais e nas interações entre presa e predador. Estes autores citam ainda que, numa escala regional, o movimento dos peixes entre ecossistemas pode ser uma resposta para maiores mudanças nas condições abióticas.

Considerando os igarapés, houve diferença na diversidade, eqüitabilidade e abundância entre os dois igarapés estudados, diferentemente do registrado para o canal onde estes índices foram similares entre si. O Igarapé São Francisco (afastado das fontes poluidoras) apresentou menor diversidade e eqüitabilidade e maior abundância. O igarapé do Poema sofre influencia direta do igarapé Tucunduba que também deságua na baía do Guajará e faz parte já no canal principal da estação Tucunduba. Este ambiente apresentou menor número de espécies em menor abundância que o igarapé São Francisco. Apesar de o igarapé São Francisco possuir o maior número de espécies, a presença da *C. inornata* em grande

abundância fez com que a diversidade diminuísse, já que esta espécie vive em cardume e por conta disto dominou nas amostras.

A estação do igarapé com influência antrópica não foi agrupada com a referência, indicando que provavelmente a contaminação na baía do Guajará está afetando principalmente os igarapés que são corpos aquáticos mais fechados, conseqüentemente o tempo de residência dos contaminantes na água é maior. Deve-se destacar também que as espécies que habitam este ambiente apresentam migrações restritas, dentro do próprio igarapé, o que não ocorre com as espécies de canal. Provavelmente, estas espécies, em caso de poluição, são melhores indicadoras de qualidade da água.

De acordo com Nascimento (1995) os Igarapés e pequenos rios que drenam a cidade de Belém são grandes contribuintes para a degradação ambiental deste sistema estuarino, pois os dejetos são lançados ao ambiente sem qualquer tratamento prévio na rede de esgoto. Um exemplo citado pelo autor é o canal do Una, que está dentro da área de coleta denominada Canal do Jacaré, que é um sistema de drenagem localizado na zona urbana e considerado um dos principais receptores da carga de poluentes produzidos pelas atividades industriais e domésticas da cidade. Silva (1995) fez um estudo sobre comunidade de peixes em um Igarapé na Amazônia central e mostrou que este corpo aquático vem sofrendo com a poluição urbana causada por esgotos domésticos e efluentes industriais. A estrutura da comunidade, número de indivíduos, riqueza de espécies, índice de diversidade e estabilidade das espécies foram significativamente diferentes quando comparados com um igarapé não poluído.

Cleto Filho (2003) também abordou igarapés com influência antrópica em suas pesquisas relacionando urbanização, poluição e biodiversidade na Amazônia.

Os resultados encontrados mostraram a fauna aquática em igarapés impactados (que cortam centros urbanos) sentem os efeitos da urbanização descontrolada e conseqüentemente ao aumento da poluição das águas. Ele mostrou que a diversidade vem diminuindo consideravelmente nos trechos impactados em relação à área de floresta.

Os resultados mostraram que possivelmente a ictiofauna não sofre influência direta das variáveis abiótica (água e sedimento). Como já foram relatadas anteriormente as variáveis abióticas sofrem modificações devido a mudanças climáticas sazonais e a ictiofauna ao que parece não sofre com essas mudanças de maneira significativa, apenas na coleta de dezembro, entretanto algumas modificações em termos de abundâncias relativas foram observadas e esteve relacionada principalmente a utilização do habitat para alimentação, reprodução e berçário.

Apesar destes resultados, existe contaminação urbana proveniente da cidade de Belém (Mazzeo, 1991; Ribeiro, 1992; Nascimento 1995; Gaspar, 2001; Pereira, 2001; Carvalho, 2002). O que acontece é que a capacidade de autodepuração dos contaminantes pela baía do Guajará ainda é eficiente devido a grande vazão de água neste ambiente. Entretanto o mesmo não pode ser dito quanto aos igarapés. Por se tratarem de corpos d'água semi-fechado a eficiência não é a mesma já que foi constatado que houve diferença entre o igarapé impactado e o não impactado. Ribeiro (2004) relata que os igarapés e pequenos rios são os primeiros a sofrer com a urbanização e a população que mora nessa região muitas vezes utiliza a água para consumo o que pode trazer prejuízos para a saúde humana.

Este trabalho foi o primeiro que utilizou a ictiofauna como indicador da qualidade ambiental na baía do Guajará e não deve ser o único já que há várias

áreas com potenciais contaminações, destacando as ilhas adjacentes à baía que não puderam ser incluídas no projeto, principalmente os igarapés, pois são os que mais sofrem com a contaminação.

A eutrofização traz conseqüências desastrosas ao meio ambiente. Isto pode acontecer na baía de Guajará. A eutrofização deste ambiente poderá diretamente afetar as comunidades que dependem do mesmo como suprimento de água, transporte e uso dos recursos pesqueiros como fonte de renda e alimento pela comunidade ribeirinha, como por exemplo, comunidades nas Ilhas adjacentes a Belém (Cumbu, Ilhas das Onças, Mosqueiro, etc) e municípios vizinhos como Barcarena, Abaetetuba, dentre outros.

Quando se fala na Amazônia se imagina um grande ecossistema, com uma vazão hídrica enorme e com grandes potencialidades em vários setores. Entretanto, isso acaba por resultar em descaso quanto as suas problemáticas ligadas principalmente a urbanização descontrolada nas grandes cidades e conseqüentemente a falta de saneamento e tratamento dos esgotos. Ribeiro (2004) cita que a degradação dos ecossistemas aquáticos é resultado principalmente da falta de educação ambiental e do investimento por parte do poder publico. Isto favorece a construção de um modelo de desenvolvimento que é ambientalmente destrutivo, como o que está acontecendo nas grandes cidades como Belém.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ecologicamente a baía do Guajará apresentou baixa diversidade de espécies quando comparados com outros ambientes estuarinos, justificado principalmente pela elevada hidrodinâmica da área e grande fluxo de embarcações, tornando o ambiente inóspito para o aparecimento de algumas espécies.

As áreas de coletas foram divididas em dois ambientes: canal e igarapé. A composição da ictiofauna nestes dois ambientes foi distinta onde no canal as espécies capturadas foram formadas principalmente por organismos considerados de médio a grande porte com hábitos migratórios, movimentando-se entre os habitats límnico-estuarino e estuarino-costeiro. Nos igarapés a maioria das espécies foi de água doce, que não suportam muitas variações na salinidade, com indivíduos de pequeno a médio porte e que realizam apenas pequenas migrações restritas aos igarapés.

Dentre as espécies que se destacaram em termos de abundância relativa tem-se no canal *Anchoa spinifer* (sardinha arapaia), *Ageneiosus* aff. *Ucayalensis* (mandubé), *Brachyplatystoma rousseauxi* (dourada), *Lithodoras dorsalis* (bacu), *Plagioscion squamosissimus* (pescada branca) e *Pellona flavipinnis* (sarda) e nos igarapés *Curimata inornata* (branquinha), *A. spinifer* e *Hypostomus plecostomus* (acari).

Grande parte das espécies que freqüentam a baía do Guajará foi visitante. A presença destas na área esteve relacionada principalmente a utilização do ambiente como área de reprodução e berçário, devido à proteção contra predadores e pela disponibilidade alimentar.

A maior procura pela baía ocorreu no segundo semestre (setembro e dezembro), resultado da maior disponibilidade alimentar que ocorre nesta época

devido a deposição de matéria orgânica transportada pelo rio Amazonas e depositada na parte mais interna do estuário e também pela migração de algumas espécies que freqüentam a baía do Marajó, entretanto não suportam muitas variações na salinidade.

Em relação ao diagnóstico da qualidade ambiental na baía do Guajará, no ambiente canal não houve diferenças significativas entre áreas consideradas contaminadas e as referências. Nesta parte da baía do Guajará a hidrodinâmica e a grande vazão de água acabam se tornando eficientes autodepuradores, diluindo a carga poluente. Deve-se salientar também que as principais espécies que habitam o canal são de hábitos migratórios, o que favorece o deslocamento das espécies entre os pontos de coleta, tornando a baía, para estas espécies, um ambiente único.

Na baía do Guajará o enriquecimento por nutrientes proveniente dos esgotos urbano está causando a bioestimulação. Nas duas estações onde o despejo orgânico é mais concentrado (estação Tucunduba e Canal do Jacaré) foi observado os maiores índices de organismos se alimentando, devido o aumento de nutrientes, e conseqüentemente reproduzindo e crescendo. A principio pode ser fator positivo para as espécies, entretanto a médio ou longo prazo a fertilização deste ambiente pode resultar na eutrofização.

Entretanto o diagnóstico da qualidade ambiental nos igarapés mostrou que estes ambientes foram significativamente diferentes indicando que a influência antrópica na baía do Guajará provavelmente está afetando principalmente os igarapés que são corpos aquáticos mais fechados podendo os poluentes permanecer por mais tempo sem diluir na água. Deve-se destacar também que as espécies que habitam este ambiente apresentam migrações restritas, dentro do próprio igarapé, o que não ocorre com as espécies de canal. Provavelmente, estas espécies, em caso de poluição, são melhores indicadoras de qualidade da água.

Os resultados encontrados mostraram a fauna aquática do igarapé impactado (Igarapé do Poema) possivelmente sente mais os efeitos da urbanização descontrolada e conseqüentemente ao aumento da poluição das águas que o igarapé referência (Igarapé São Francisco).

Este trabalho foi o primeiro que utilizou a ictiofauna como indicador da qualidade ambiental na baía do Guajará e não deve ser o único já que há várias áreas no canal com potenciais riscos de contaminações, destacando as ilhas adjacentes à baía que não puderam ser incluídas no projeto e principalmente destacar os igarapés, pois são os que mais sofrem com a contaminação. .

## REFERÊNCIAS

ANUNCIAÇÃO, E. M. S.; TAKAHASHI, R. U; SARPÉDONTI, V.; BORDALO, A. O.; SOUZA, S. R. Ictioplâncton, estágio de desenvolvimento e qualidade da água na baía do Guajará, Belém, Pará. In: I Congresso Brasileiro de Biologia Marinha, 2006, Niterói. **Anais do Congresso Brasileiro de Biologia Marinha**, v. 2, 2006.

APHA. American public health association standard methods for the examination of water and wastewater. New York: APHA AWWA, WPCR, 1995. sem paginação.

ARAÚJO, Francisco Gerson; CRUZ-FILHO, Antonio Gomes da; AZEVEDO, Márcia Cristina Costa de; SANTOS, Alexandre Clístenes de Alcântara. Estrutura da comunidade de peixes demersais da Baía de Sepetina, RJ. **Rev. Brasil. Bio.** São Carlos, v 58, n 3, p. 417-430. 1998.

BAENSCH, H.A.; RIEHL, R. **Aquarien atlas**: Band 2. Germany: Mergus, Verlag für Natur- und Heimtierkunde GmbH, Melle, 1985. 1216 p.

BARBOSA, Neuciane Dias. **Diagnóstico sobre a reprodução da ictiofauna do estuário da Baía do Guajará (Belém-PA)**. 2007. 46 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Oceanografia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2007

BARLETTA, Mário. **Seasonal changes of density, biomass and species composition of fishes in different habitats of the Caeté estuary (North Brazilian coast – east Amazon)**. 1999. 115 f. Dissertação (Fachbereich 2 – Biologie/Chemie) – Universität Bremen, Bremen, 1999.

BARROS, Daniela de França. **Biodiversidade e padrões de distribuição da ictiofauna estuarial do município de São Caetano de Odivelas**. 2005. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2005.

BARTHEM, Ronaldo B. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía do Marajó, Estuário Amazônico. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, ser. Antrop, Belém, v. 6, n. 1, p. 15-28, 1985.

BARTHEM, Ronaldo; GOULDING, Michael. **Os bagres balizadores**: Ecologia, migração e conservação de peixes Amazônicos. Tefé: Sociedade Civil de Mamirauá; Brasília: CNPq, 1997. 140 p.

BELÉM está consumindo água sem flúor. **O Liberal**: Cad. Atualidades. 15 de nov. 1997. p. 6.

BERNADI, Wilson. **Análise corretométrica do rio Guamá próximo à desembocadura do Igarapé Tucunduba**. 1987. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. 1987.

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

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução N° 20, de 1986. **Classificação do corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. [www.lei.adv.br/conama.htm](http://www.lei.adv.br/conama.htm). Acesso: 10 de setembro 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução N° 357, de 2005. **Classificação do corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. [www.lei.adv.br/conama.htm](http://www.lei.adv.br/conama.htm). Acesso: 10 de setembro 2006.

BUENO, Alessandra A. P.; BOND-BUCKUP, Georgina; FERREIRA, Bibiana D. P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. Curitiba, v. 20, n 1. Não paginado. 2003.

BURGESS, W.E. **An atlas of freshwater and marine catfishes: A preliminary survey of the Siluriformes**. New Jersey (USA): T.F.H. Publications, 1989. 784 p.

BRANDÃO, José A. S. L. & FEIJÓ, Flávio J. Bacia da Foz do Rio Amazonas. **Bol. de Geociências/ PETROBRAS**, Rio de Janeiro, v.8, n 1, p. 91-100, jan/março, 1994.

BRITO, Thiago. Pereira. **Levantamento de dados pretéritos e análise de informações sobre biologia e pesca dos peixes estuarinos da região Norte do Brasil**. 2005. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. 2005.

CAMARGO, Mauricio. ISAAC, Vitória. Os peixes estuarinos da região Norte do Brasil: Lista de espécies e considerações sobre sua distribuição geográfica. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, Ser. Zool., v. 17, n. 2. p. 113-153, dez., 2001.

CAMPOS DO LAGO, Adriana Rogéria; BITTENCOURT, Maria Mercedes; AMADIO, Sidnéia. **Aspectos da reprodução de *Pellona flavipinnis* (Clupeiformes: Pellonidae) em ambientes de várzea na Amazônia Central**. Manaus: Relatório de Iniciação Científica, 2003. p. 24.

CARDOSO, Ronald Jr. Pinheiro. **Biologia reprodutiva da pescada branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) na Ilha de Mosqueiro**. 2003. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2003.

CARVALHO, Zilma Lima. **Caracterização geoquímica de sedimentos de fundo nas proximidades do distrito de Icoaraci-PA**. 2002. 75 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2002.

CASTRO, Antonio C.L. Características ecológicas da ictiofauna da Ilha de São Luiz – MA. **Bol. Labo. De Hidrologia**, São Luiz, v. 10, pp 1-18. 1997

CASTRO, Edna. Cidades amazônicas na confluência das águas. In: UHLY, Steven; SOUSA, Eliene Lopes de (org.). **A questão da água na grande Belém**. Belém: Casa dos estudos germânicos, UFPA, 2004. p. 11-38.

CERVIGÓN, Fernando. **Los peces marinos de Venezuela**. 2 ed. [S. l.], [s.n], 1991.

CLARK, Robert K.; WARWICK, Richard M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. UK: Plymouth marine laboratory, 1994. 144 p.

CLARK, R. B. **Marine Pollution**. [S.l.]: Oxford. 2001. 237 p.

CLARKE, R.; GORLEY, R. N. **PRIMER v5: User Manual /Tutorial**. [S. l.]: Plymouth, 2001. 91 p.

CLARO JR., Luiz; FERREIRA, Efrem; ZUANON, Jansen; ARAUJO-LIMA, Carlos. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes omnívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazônica**. Manaus, v. 34, n 1, p. 133-137. 2004.

CLETO FILHO, Sergio Ernani Nogueira. Urbanização, poluição e biodiversidade na Amazônia. 2003. **Revista CIÊNCIA HOJE**, v. 33, n. 193, p. 72-75. 2003.

COELHO, Rodolpho Protázio. **Diagnóstico da qualidade ambiental na Baía do Guajará (Belém-PA) utilizando o peixe como biomarcador**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2006.

CORREA, Marco Fábio. Ictiofauna. In: CREMER, Marta J.; OLIVEIRA, Therezinha Maria Novais (coord.). **Projeto canal do Linguado: Estudo da biota marinha e química da baía da Babitonga**. Joinville: Relatório final, 2004. p. 75-77.

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

COX-FERNANDES C. **Estudo de migrações laterais de peixes no sistema lago do Rei (Ilha do Careiro)**. 1988. 188 f.. Dissertação de Mestrado - INPA, Manaus, 1988.

CETESB. **Técnica de Abastecimento de Água**. São Paulo: ABES, v. I e II.1978. sem paginação.

DAJOZ, R. 1973. **Ecologia Geral**. São Paulo: Vozes, 1973. 472 p.

DIAS, Lianne Maria Magalhães. **Balneabilidade das praias estuarinas da Ilha de Mosqueiro (PA): Uma visão geoquímica ambiental**. 1995. 131 f. Dissertação (Mestrado em geologia e geoquímica) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 1995.

ESGOTOS são proteção aos mananciais. **O Liberal**: Cad. Cidades. 13 de jun. 2006. sem paginação.

ESPIRITO SANTO, Roberto V. do; ISAAC, Vitória J.; ABDON DA SILVA, Luis M.; MARTINELLI, Jussara M.; HIGUCHI, Horácio; SAINT-PAUL, Ulrico. **Peixes e camarões do litoral bragantino Pará-Brasil**. Belém: MADAM, 2005. 268 p.

FAO. Guia de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur America. Roma: NORAD, 1992.

FERRARIS, C. J. Auchenipteridae (Driftwood catfishes). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. (org.) **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil. 2003. p. 470-482.

FONTELES FILHO, Antonio Adauto. **Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 1989. 296 p.

FOLK, Robert Louis; WARD, William C. **Brazos River bar [Texas]**; a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Research**. [S.l.], v. 27, n 1, p. 3-26. 1957.

GASPAR, M. T. P. **Avaliação dos impactos da ocupação urbana sobre as águas da bacia hidrográfica do igarapé Mata Fome, belém-Pará**. . 2001. 112 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2001.

GEOPHYSICS STUDY COMMITTEE. Overview and Recommendations. In: Washington, D.C. **Estuaries, Geophysics and the Environment**. National Academy of Sciences. 1995, p 1-10.

GOULART, Michael Dave; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n 1. p. 9, 2003.

GROVER, Vera. I. Índices ambientais: uma visão geral. **Iswa Times**, Sevilla, n. 3. sem paginação. 2001. <http://www.abrelpe.com.br/iswa/iswa-0018.html>. Acesso em: out. 2005.

HARRISON, T. D.; WHITFIELD. A multi-metric fish index to assess the environmental condition of estuaries. **Journal of Fish Biology**, [S. l.], v. 65, p. 683-710, março, 2004.

HERCOS, Alexandre Pucci. **Diversidade e variabilidade espaço-temporal da ictiofauna do estuário do rio Curuçá, município de Curuçá, Pará- Brasil**. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Museu paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará. Belém, 2006.

IBGE. **Censo demográfico**. 2000. <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: nov. 2005.

**ÍNDICE DE MARGALEF**. Disponível em [http://pt.wikipedia.org/wiki/Índice de Margalef](http://pt.wikipedia.org/wiki/Índice_de_Margalef)>. Acesso em: 15 de jul. 2006.

KARYDIS, M.; TSIRTSIS, G. Ecological indices: a biometric approach for assessing eutrophication levels in the marine environment. **The Science of the Total Environment**. [S. l.], v. 186, p. 209-219, fev., 1996.

KENNISH, Michael J. **Ecology of estuaries, Vol. 1: physical and chemical aspects**. Flórida: CRC PRESS, 1986a. 254 p.

KENNISH, Michael J. **Ecology of estuaries, Vol. 2: biological aspects**. Flórida: CRC PRESS, 1986b.

KNOX, George A. **Estuarine ecosystems: A systems approach**. Florida: CRC Press, 1986. 289 p.

LE BAIL, P.-Y; KEITH, P.; PLANQUETTE, P. **Atlas des poissons d'eau douce de Guyane**: Tome 2. Paris: Publications scientifiques du M.N.H.N, 2000. 307 p.

LEGENDRE, Pierre; LEGENDRE, Louis. **Numerical ecology**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier Science, 1998. 853 p.

LOPEZ, H. L.; MENNI R. C.; MIGUELARENA A. M., Lista de los peces de agua dulce de la Argentina.. **Biologia Acuatica**, [S.l.], n 12, p. 50, 1987.

LORING, D.M.; RANTALA, R.T.T. Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. **Earth Science reviews**, [S. l.], v. 32, p. 235-283, 1992.

MACIEIRA, Raphael Mariano. **Aspecto da Ictiofauna do sistema estuarino dos rios piraquê-açu e Piraquê-Mirim**, ES. 2005. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santos. 2005.

MAIA, Luís Parente; CAVALCANTE, Maria Dias. **Ictiofauna dos estuários do Estado do Ceará**. 2005. 200 f. Fortaleza: Relatório Técnico do Programa de Zoneamento Ecológico (ZEE) da Zona Costeira do Estado de Ceará, 2005. p. 200.

MAFALDA JR, Paulo de Oliveira; SINQUE, Chossi; MUELBERT, José Henrique; SOUZA, Cristiane Sampaio. Distribuição e abundância do Ictioplâncton na costa Norte da Bahia, Brasil. **Tropical Oceanography**. Recife, v 32, n 1, p. 69-88, 2004.

MAGURRAN, Anne E. **Ecological Diversity and Its Measurement**. CHAPMAN AND HALL, 1988. 179 P.

MARTINELLI, et al. Descarga de Sólidos Dissolvidos Totais do Rio Amazonas e Seus Principais Tributários. **Geochin-Brasil**, v. 3, n. 2, p. 141-48,1989.

MARTINS, Sidney Lazaro. **Sistema para a transposição de peixes**. 2000. sem paginação. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MATOS, Rosa Maria Barbosa; SILVA, Eliane Maria da; BERBARA, Ricardo Luiz Louro. Biodiversidade e índice. 1999. Seropédia: **Embrapa Agrobiologia**. Documento 107. 20 p. 1999.

MAYER-PINTO, M.; JUNQUEIRA, A. O. R. Effects of organic pollution on the initial development of fouling communities in a tropical bay, Brazil. **Marine Pollution Bulletin** v. 46 p. 1495–1503, 2003.

MAZZEO, Tereza Elizabete. **Avaliação Ambiental das vias de drenagem da região metropolitana de Belém-PA**. 1991. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica). Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 1991.

MIRANDA, Luiz Bruner de; CASTRO, Belmiro Mendes de; KJERFVE, Bjorn. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo: Edusp, 2002. 411 p.

NASCIMENTO, Fernanda Sousa do. **Dinâmica da distribuição dos poluentes metálicos e orgânicos nos sedimentos de fundo dos canais de drenagem de Belém-PA**. 1995. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica). Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 1995

NEVES, Patrícia Andrade. **Determinação de indicadores ecológicos: Estudo de caso da baía do Guajará**. 2007. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2007.

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

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

OLIVEIRA, A. M. E. Peixes estuarinos do nordeste oriental brasileiro. **Arq. Ciên. Mar.**, Fortaleza, v12, n 1, p 35-41, 1972.

OLIVEIRA, Diogo Marques. **Pesca no estuário Amazônico**: uma análise multivariada. 2005. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2005.

PAIVA, Rosildo S. A ocupação urbana como fonte poluidora dos corpos d'água na região amazônica. Estudo de caso: Composição e Biomassa primária da foz do igarapé Tucunduba (Belém-PA). In: UHLY, Steven; SOUSA, Eliene Lopes de (org.). **A questão da água na grande Belém**. Belém: Casa dos estudos germânicos, UFPA, 2004. p. 231-247.

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

PEREIRA, Kátia Regina Brito. **Caracterização geoquímica de sedimentos de fundo da orla de Belém – Pará**. 2001. 91 f. Dissertação (Mestrado em geologia e Geoquímica) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2001.

PINHEIRO, Roberto Vizeu Lima. **Estudo Hidrodinâmico Sedimentológico do Estuário Guajará – Belém (PA)**. 1987. 176 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e geoquímica) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 1987.

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

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2000. 252 p.

RAIOL, Marcio ; MAGALHES, Cleydiane ; LUCENA, Flávia . O uso do estuário da baía de guajará (Belém-PA) como área de alimentação pela ictiofauna. In: I Congresso Brasileiro de Biologia Marinha, 2006, Niterói. **Anais do Congresso Brasileiro de Biologia Marinha**, v. 2, 2006. p. 51-51.

RAMAIAH, N.; RAMAIAH, N.; CHANDRAMOHAN D.; NAIRB, V. R. Autotrophic and Heterotrophic Characteristics in a Polluted Tropical Estuarine Complex. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 40, 45-55, 1995.

RIBEIRO, H. M. C. **Avaliação atual da qualidade das águas dos lagos Bolonha e Água Preta, situados na área fisiográfica do Utinga (Belém-Pará)**. 1992. 205 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 1992.

RIBEIRO, K. T. S. **Qualidade sanitária da água em área de influência da duas bacias hidrográficas e saúde humana em Belém-Pará**. 2002. 280 f. Tese (Doutorado) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará. Belém, 2002.

RIBEIRO, Karla Tereza Silva. **Água e saúde humana em Belém**. Belém: Cejup, 2004. 280 p. (Coleção Megam).

RICE, Jake C. Evaluating fishery impacts using metrics of community structure. **ICES Journal of Marine Science**, [S. l.], v. 57, p. 682–688, 2000.

RIEDE, K., **Global register of migratory species: from global to regional scales**. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Germany: Federal Agency for Nature Conservation, 2004. 329 p.

RUFFINO, Mauro Luiz; ISAAC, Vitória Judith. Ciclo de vida e parâmetros biológicos de algumas espécies de peixes da Amazônia brasileira. In: FISCHER, Carlos Fernando (Coord.). **Recursos pesqueiros do médio Amazonas: Biologia e estatística pesqueira**. Coleção Meio Ambiente. Brasília: Edições IBAMA, 2000. p. 11-30.

RUFFINO, Mauro Luis. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**. Manaus: IBAMA/ProVárzea, 2004. 272 p.

SANTOS, Geraldo Mendes; FERREIRA, Efrem Jorge G.; ZUANON, Jansen A. S. **Peixes comerciais de Manaus**. Manaus: IBAMA/ProVárzea, 2006. 144 p.

SANYO TECHNO MARINE, INC. **Draft final report for the fishery resources study of the Amazon and Tocantins rivers mouth areas in the federative republic of Brazil**. Tokyo. 1998. 334 p.

SHEPARD, R.N. Circularity in Judgments of Relative Pitch. **J. Acoust. Soc. Am.** [S.l.], v. 36, p. 2346-2353.1964.

SILVA, Cláudia P. D. Community structure of fish in urban and natural streams in the Central Amazon. **Amazoniana**, Manaus, v. XIII, n. ¾, p. 221-236, dez., 1995.

SILVA, Daiane Evangelista Aviz da. **Variação espaço-temporais das associações macrobentônicas em áreas sujeitas a contaminação ambiental no estuário Guajará (Belém-PA)**. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Costeiros e Estuarinos) – Universidade Federal do Pará. Belém-Campus de Bragança, 2006.

SILVEIRA, Mariana Pinheiro. Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da qualidade da Água em Rios. EMBRAPA: Documento 36. março, 2004.

SMITH, Welber Senteio; BARRELLA, W. The ichthyofauna of the marginal lagoons of the Sorocaba river, SP, Brazil: composition, abundance and effect of the anthropogenic actions. **Rev. Brasil. Biol.** São Carlos, v. 60, n. 4, p. 627-632, nov. 2000.

SPACH, Henry Louis; SANTOS, Cesar; GODEFROID, Rodrigo Santiago. Padrões temporais na assembléias de peixes na Gamboa do Sucuriú, Baía de Paranaguá, Brasil. **Rev. Brasil. Zôo**, v 20, n 4, p. 591-600. 2003.

STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. A practical handbook of sea water analysis. **Bull. Fish. Res. Bd. Can.**[S. l.], v. 167, 311 p, 1972.

SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. Rio de Janeiro: Edgar Bluchen, 2003. 198 p.

TORRES, Marcelo Ferreira. **Variação sazonal e espacial da estrutura de comunidades dos peixes demersais da foz dos rios Amazonas e Tocantins – PA (0o10'S – 2o30'N; 47o50'W – 50o30'W) – Brasil**. 1999. 75 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará. Belém, 1999.

URAMOTO, Keiko; WALDER, Julio M. M.; ZUCCHI, Roberti A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**. Londrina v. 34, n 1. 2005.

VALENTIN, Jean Louis. **Ecologia numérica**: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 117p.

VAL, A. L.; DE ALMEIDA VAL, V. M. F. **Fishes of the Amazon and their environment: physiological and biochemical aspect.** Germany: Springer-Verlag Berlin, 1995. 245 p.

VARI, R. P.; REIS, R. E. *Curimata acutirostris*, a new fish (Teleostei: Characiformes: Curimatidae) from the Rio Araguaia, Brazil: description and phylogenetic relationships. **Ichthyol. Explor. Freshwat.** v. 6, n 1. 297-304 p. 1995.

VAZZOLER, Ana Emília A. de M. **Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática.** Maringá: EDUEM, 1996. 169 p.

VIANA, Andréa Pontes. **Aplicações de Técnicas uni e multivariada no estudo da morfometria da pescada branca (*Plagioscion squamosissimus* – Heckel, 1940).** 2005. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2005.

VIEIRA, Ivanzir. Frequência, constancia, riqueza e similaridade da ictiofauna do rio Curua-Uma, Amazônia. **Rev. Brasil. de Zoociências.** Juiz de Fora, v 2, n 2, p. 51-76, 2000.

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

WHITEHEAD, P. J. P.; NELSON G. J.; WONGRATANA G. T. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 2 - Engraulididae.. **FAO Fish. Synop.** V. 125, n 7/2. p. 305-579. 1988.

WINEMILLER, K. O.; JEPSEN, D. B. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. **Journal of Fish Biology.** [S.l.], v. 53, p. 267-296. 1998.

Zar, Jerrold H. **Biostatistical analysis.** 3 edição. Ed. Prentice-Hall International INC. 1996. 662 p.

**Anexo A: Ilustrações das espécies capturadas com o nome comum, nome científico e local de captura (canal e/ou igarapé)**



*Strongylura timucu* – Peixe agulha  
Capturado no Canal



*Hypostomus plecostomus* – Acari  
Capturado nos Igarapés



*Hoplias gr. Malabaricus* - Traíra  
Capturado nos Igarapés



*Triportheus elongatus* – Sardinha papuda  
Capturado nos Igarapés



*Leporinus fasciatus* – Aracu (tainha)  
Capturado nos Igarapés



*Anableps anableps* - Tralhoto  
Capturado nos Igarapés



*Leporinus friderici* – Aracu branco  
Capturado nos Igarapés



*Anchovia surinamensis* – sardinha  
Capturado no Canal e nos Igarapés



*Astyanax fasciatus* - Piaba  
Capturado nos Igarapés

**Anexo A (continuação): Ilustrações das espécies capturadas com o nome comum, nome científico e local de captura (canal e/ou Igarapé)**



*Curimata inornata* – Branquinha  
Capturado nos Igarapés



*Leporinus taeniatus* – Aracu  
Capturado nos Igarapés



*Anchoa spinifer* – Sardinha arapaia  
Capturado no Canal e nos Igarapés



*Lyengraulis batesii* – Sardinha de gato  
Capturado no Canal e Igarapé



*Ageneiosus aff. Ucayualensis* – Mandubé  
Capturado no Canal



*Pellona flavipinnis* – Sarda  
Capturado no Canal



*Aspredo aspredo* – Rebeca  
Capturado no Canal



*Cetopsis sp.* – Candiru-açu  
Capturado no Canal



*Brachyplatystoma filamentosum* - Filhote  
Capturado no Canal

**Anexo A (continuação): Ilustrações das espécies capturadas com o nome comum, nome científico e local de captura (canal e/ou igarapé)**



*Trachelyopterus galeatus* – Cachorro de padre  
Capturado nos Igarapés



*Lithodoras dorsalis* – Bacu  
Capturado no Canal e Igarapés



*Brachyplatystoma rosseauii* - Dourada  
Capturada no Canal



*Brachyplatystoma vaillantii* – Piramutaba  
Capturado no Canal



*Colomesus asellus* - Baiacu  
Capturada no Igarapé



*Pachypops furchaeus* – Pescada sp.  
Capturado nos Igarapés



*Hypophthalmus marginatus* – Mapará  
Capturado no Canal



*Oligoplites palometa* – Pratiuíra  
Capturada nos Igarapés



*Plagioscion auratus* – Pescada preta  
Capturado nos Igarapés

**Anexo A (continuação): Ilustrações das espécies capturadas com o nome comum, nome científico e local de captura (canal e/ou Igarapé)**



*Pimelodus gr. Altipinis* – Mandi  
Capturado no Canal e Igarapés



*Geophagos sp.*- Cará  
Capturado nos Igarapés



*Plagioscion squamosissimus* – Pescada branca  
Capturado no Canal e Igarapés



*Pimelodus blochii* – Mandi-açu  
Capturado no Canal e Igarapés



*Geophagos próximo* – Cará amarelo  
Capturado nos Igarapés



*Pseudauchenipterus nodosus* - Carataí  
Capturado no Canal e Igarapés

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)