



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

FRANCISCO KEILO TEIXEIRA

**ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO MUNDAÚ, DIETA E MORFOLOGIA DO
TRATO DIGESTÓRIO DE CINCO ESPÉCIES DA FAMÍLIA CHARACIDAE
(ACTINOPTERYGII: CHARACIFORMES)**

FORTALEZA
2015

FRANCISCO KEILO TEIXEIRA

ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO MUNDAÚ, DIETA E MORFOLOGIA DO TRATO
DIGESTÓRIO DE CINCO ESPÉCIES DA FAMÍLIA CHARACIDAE
(ACTINOPTERYGII: CHARACIFORMES)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Carla Ferreira Rezende

FORTALEZA
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T266i Teixeira, Francisco Keilo.

Ictiofauna da bacia do Rio Mundaú, dieta e morfologia do trato digestório de cinco espécies da família Characidae (Actinopterygii: Characiformes) / Francisco Keilo Teixeira. – 2015.

73 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Fortaleza, 2015.

Orientação: Profa. Dra. Carla Ferreira Rezende.

1. Peixes neotropicais. 2. Nordeste Médio Oriental. 3. plasticidade trófica. 4. morfologia do trato gastrointestinal. I. Título.

CDD 577

FRANCISCO KEILO TEIXEIRA

**Ictiofauna da bacia do Rio Mundaú e dieta e morfologia
do trato digestório de cinco espécies da família
Characidae (Actinopterygii: Characiformes)**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Ecologia e Recursos Naturais. Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais

Aprovada em 09/03/2015

BANCA EXAMINADORA

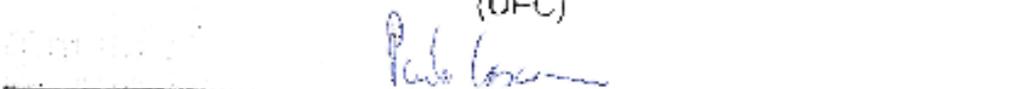


Prof.^a Dr.^a Carla Ferreira Rezende (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará - UFC



Dra. Bianca de Freitas Terra

Bolsista DCR FUNCAP/CNPQ, Universidade Federal do Ceará
(UFC)



Prof.^o Dr. Paulo Cascon
Universidade Federal do Ceará - UFC

Ao senhor meu Deus, aos meus pais, Conceição
Teixeira e Miguel Pires por estarem comigo na
alegria e na dor...

AGRADECIMENTOS

No meu caso, agradecer não é uma tarefa fácil, pois além das lágrimas surge o peso na consciência pela impossibilidade de contemplar todos os “gigantes nos quais tenho me apoiado em seus ombros” ao longo da minha carreira acadêmica. Embora seus nomes não estejam nessa lauda de papel, estarão para sempre no meu coração.

Agradeço, em especial, ao senhor meu Deus, por estar comigo na alegria e na dor.

Agradeço infinitamente aos meus pais, Miguel Pires e Conceição Teixeira, pelo consentimento da vida, pelos ensinamentos sobre como conduzi-la com honestidade, pelo apoio em minhas tomadas de decisões e por me proporcionar aquilo que eles não tiveram acesso em meio à luta braçal da vida no campo.

Ao meu amor, Elissângela, que me acompanha nessa luta desde a graduação. A ela serei eternamente grato pelo companheirismo, perseverança e apoio nos momentos difíceis.

Serei eternamente grato aos meus irmãos (ãs): Francisca, Antônio, Marilene, Chagas, Marcilene e Mikelly pelo apoio incondicional ao longo desta caminhada.

Aos meus sobrinh@s queridos: Sarah, Sayonara, Alfredo, Samuel e Emanuel pelos sorrisos, carinhos e abraços....

Sou grato aos meus avós (*in memariam*) em especial José T. Pires por me despertar o interesse pela Biologia.

Serei eternamente grato a minha orientadora Carla Rezende pelo apoio incondicional ao longo dessa jornada... ao professor Roberto, Leo e Robson sou especialmente grato pelo apoio nos processamentos histológicos.

Ao Victor Távora serei sempre grato, pelos ensinamentos na análise de conteúdo estomacal. E aos demais colegas de laboratório: André, Marcelo, Tamara, Tuane, Paula, Clarissa, Rafa, Talita, Chico Mário, Dyons, Tiago, Lucas e aos demais...

Sou grato às contribuições d@s DCRs: Bianca, Cynthia e José.

Agradeço aos amigos da UFRN: Telton, Roney, Marcio e Sergio pelo apoio em seu laboratório, pelo tombamento das espécies e os ensinamentos em sistemática...

Não poderia deixar de agradecer aos meus colegas de graduação: Ao amigo Evaldo, Tiago, Venícios Jéssika, Hélio, Deborah, Ricardo e tantos outros que sempre nos mandam uma mensagem de apoio.

Peço desculpa àqueles que não foram citados aqui. Mesmo que minha gratidão não caiba em palavras, mas cabe no meu coração.

RESUMO

Os estudos da ictiofauna dulcícola no Brasil estão mais concentrados nas regiões Sul e Sudeste. A região Nordeste é carente de estudos, especialmente a ecorregião hidrográfica Nordeste Médio Oriental (NEMO). Há poucas informações sobre as distribuições da ictiofauna local bem como as relações ecológicas estabelecidas entre essas espécies. A variabilidade hidrológica do NEMO afeta a disponibilidade de recursos alimentares que varia das estações seca e cheia. Dessa forma, os peixes adotam estratégias alimentares para contornar as flutuações de recursos alimentares. Nestas circunstâncias algumas espécies podem apresentar variações no trato digestório como resposta adaptativa à disponibilidade e ao tipo de alimento ingerido. Este estudo teve como objetivo realizar um inventário das espécies de peixes da bacia do rio Mundaú (Capítulo I) e analisar a dieta de cinco espécies da família Characidae e sua relação com a morfologia do trato digestório. Para o capítulo I foram realizadas amostragens em 35 localidades ao longo de toda a bacia do rio Mundaú. Para o capítulo II foram realizadas amostras em dois pontos no baixo e médio Mundaú para análise de dieta e aspectos morfológicos do trato digestório. Verificou-se a presença de 55 espécies distribuídas em 50 gêneros, 31 famílias e 10 ordens. Destas, 30 são estritamente de água doce, sete estuarinas e 18 são marinhas. Três espécies (*Hemigrammus guyanensis*, *H. rodwayi* e *Poecilia sarrafae*) constituem novas ocorrências para o NEMO. Além disso, foram registradas duas espécies de cynolebiídeos, *Hypsolebias* sp. e *Anablepsoides cearensis*, a última classificada como criticamente ameaçada de extinção pelos critérios da IUCN. A dieta das cinco espécies de Characidae analisada é composta basicamente por algas, fragmento vegetal, insetos aquáticos e microcrustáceos. Apenas uma espécie é carnívora, três são herbívoras e uma é onívora evidenciando a importância dos itens de origem vegetal para a manutenção das espécies. Duas espécies responderam à variação na dieta com aumento do comprimento do intestino e no número de cecos pilóricos. A relação entre dieta e o número de cecos pilóricos não foram verificadas em três das cinco espécies, não havendo, portanto, evidências suficientes para confirmar correlação com o número de cecos e preferência alimentar.

Palavras-chave: Peixes neotropicais. Nordeste Médio Oriental. Plasticidade trófica. Morfologia do trato gastrointestinal.

ABSTRACT

Brazilian freshwater ichthyology studies are concentrated at south and southeastern regions. Northeastern region is deficient in studies, especially Middle Eastern northeastern hydrographic micro region. Existing ones focus on small parts of larger regions or reservoirs. Food resources availability vary throughout the year, and fish need to adopt new strategies to acquire food. In these circumstances, some species may present digestive tracts variations as answer to these variations in quality and availability of food. This study aims to list the species in Mundaú River Basin (chapter I) and analyses the diet of five characidae species and their relation to digestive tract morphology (gut length and pyloric caeca number). For chapter I, 35 locations along the entire basin. As for chapter II, samples were taken on two the locations cited above. Fish were captured using seine net, cast net, hand net and bottle traps. Five of these species had their stomach contents analyzed. Mundaú River Basin has 55 species, distributed on 50 genus, 31 families and 10 orders. 30 species are strictly freshwater, seven are estuarine and 18 marine. Three species (*Hemigrammus guyanensis*, *H. rodwayi* e *Poecilia sarrafae*) are new occurrences for Middle Eastern Northeastern region. Besides, two cynolebiiids species, *Hypsolebias* sp. and *Anablepsoides cearensis*, the second one being classified as critically endangered by IUCN. Diet were composed mostly of algae, vegetable fragments, aquatic insects and micro crustaceans. Only one species is carnivorous, three are herbivorous and one is omnivorous, what indicates the importance of vegetable items to species maintenance. The relationship between diet and the number of pyloric cecum were not verified in three of the five species, therefore, there was not enough evidence to confirm correlation with the number of cecum and food preference.

Keywords: Neotropical fish. Middle Eastern Northeast. Trophic Plasticity. Gastrointestinal plasticity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localização da bacia do Rio Mundaú no Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, evidenciando os pontos de amostragem. As cores quentes representam altitudes elevadas.....	22
Figura 2 <i>Anablepsoides cearensis</i> . A = macho, B = fêmea, C, D, E = pontos de coletas.	36
Figura 1 Bacia do rio Mundaú destacando os respectivos pontos de coleta	52
Figura 2 . Pluviosidade entre fevereiro de 2013 e fevereiro de 2014 e a série histórica (1974-2014) na região do rio Mundaú, Itapipoca, Ceará, Brasil.....	52
Figura 3 Espécies estudadas: A - <i>Phenacogaster calverti</i> (Fowler, 1941); B - <i>Compsura heterura</i> Eigenmann, 1915; C - <i>Astyanax aff. bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758); D - <i>Serrapinnus heterodon</i> (Eigenmann, 1915) e E- <i>Serrapinnus piaba</i> (Lütken, 1875).....	54
Figura 4 Diagrama explicativo para a estratégia alimentar, a contribuição da presa para a largura de nicho e a importância da presa a partir da análise gráfica de Amundsen et al. (1996).....	57
Figura 5 Índice alimentar quanto à origem dos itens consumidos.	60
Figura 6 Análise gráfica de Amundsen (1996) evidenciando as estratégias alimentares adotadas pelas espécies nas poças I e II: A= <i>Phenacogaster calverti</i> poça I, B= <i>Compsura heterura</i> poça I, C= <i>Astyanax aff. bimaculatus</i> poça I, D= <i>Serrapinnus heterodon</i> poça I, E= <i>S. piaba</i> poça I, F= <i>Serrapinnus heterodon</i>	63
Figura 7 Histogramas de distribuição dos valores de especialização individual (IS), valores obtidos pelo procedimento de simulação de Monte Carlo. Linhas vermelhas verticais tracejadas mostram os intervalos de confiança de 95% da distribuição simulada.	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Coordenadas geográficas, altitude, rios e habitat amostrados ao longo da bacia do rio Mundaú.....	22
Tabela 2 Lista de espécies de peixes da bacia do rio Mundaú e informações sobre fisiologia, habitat, abundância e número de tombo. Abreviações: (E) Estuarino; (AD) Água Doce; (M) Marinho; (NO) Nova Ocorrência para o NEMO; (CR) Criticamente ameaçada; (I) introduzida; (*) Espécie fotografada. UFRN, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFPB, Universidade Federal da Paraíba.....	25
Tabela 1 Teste de Mann-Whitney comparando o quociente intestinal (QI) com a preferência alimentar das espécies entre as populações de Serrapinnus da poça I x poça II.....	55
Tabela 2 Teste de Mann-Whitney comparando o número de cecos pilóricos (CP) com a preferência alimentar das espécies entre as populações de Serrapinnus da poça I x poça II.	61
Tabela 3 Análise de covariância descrevendo a correlação entre cecos pilórico e comprimento do intestino.	61
Tabela 4 Medidas de especialização individual na dieta das cinco espécies nas poças I e II.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E CIGLAS

GL	Graus de Liberdade
IAi	Índice alimentar do item <i>i</i>
QI	Quociente intestinal
PI	Abundância de pressa especifica
CP	Cecos pilóricos
ACA	Acaridae
AL1	Alga 1
AL2	Alga 2
BRU	Bruchidae
CER	Ceratopogonidae
CHI	Chironomidae
COA	Coleoptera adulto,
COL	Coleoptera
COR	Corixidae
DAP	Daphniidae
DIA	Díptero adulto
DIX	Dixidae
DRY	Dryopidae
ESC	Escama
FOR	Formicidae
FRD	Fragmento de Diptera
FRI	Fragmento de inseto,
FRU	Fruto
FRV	Fragmento vegetal
OST	Ostracoda
OVC	Ovo calcificado
PUD	Pupa de Diptera
SEM	Semente

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	13
CAPÍTULO I	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1 Área de estudo	21
2.2 Desenho amostral	21
3 RESULTADOS	26
4 DISCUSSÃO	37
REFERÊNCIAS	40
CAPÍTULO II	44
1 INTRODUÇÃO	46
2 HIPÓTESES	49
3 PREVISÕES	50
4.1 Área de estudo	51
4.2 Poças temporárias	52
4.3 Espécies	53
4.4 Coleta de dados	54
4.5 Análises de conteúdo estomacal	55
4.6 Análises de morfometria do trato digestório	55
4.7 Análise gráfica de Costello (1990) modificado por Amundsen (1996)	56
4.8. Especialização individual	57
4.9. Análises estatística	58
4 RESULTADOS	59
5 DISCUSSÃO	65
7 CONCLUSÕES	70
8 PERSPECTIVAS FUTURAS	71
REFERÊNCIAS	72

INTRODUÇÃO GERAL

Actinopterygii é o grupo de vertebrado mais diversificado com 32.900 espécies descritas (Froese; Pauly, 2014). A maior parte desta diversidade encontra-se na região Neotropical com mais de 7.000 espécies (Lévêque *et al.*, 2008, Albert; Reis, 2011). O Brasil apresenta a maior diversidade de peixes de água doce da região Neotropical com 2.585 espécies, distribuídas em nove ordens, 39 famílias e 517 gêneros (Buckup *et al.*, 2007) e correspondem a cerca de 55% das espécies documentadas para região Neotropical (Reis *et al.*, 2003). Mas este número pode ser maior se considerado o aumentado de mais de 20% nos registros de novas espécies nos últimos anos Buckup *et al.*, (2007) e as espécies reconhecidas por especialistas e ainda não descritas (Reis *et al.*, 2003).

O conhecimento da ictiofauna no Brasil está concentrado em algumas regiões sendo escassos em outras como a região Nordeste (Silva *et al.*, 2014). Com exceção dos peixes anuais da família Rivulidae, a diversidade ictiofaunística do Nordeste é comparativamente menor em relação a outros ecossistemas brasileiros (Rosa *et al.*, 2003, Nascimento *et al.*, 2014). Porém, essas estimativas podem ser prematuras se consideradas escassez de revisões taxonômicas e as poucas coleções representativas na região (Rosa *et al.*, 2003). Por isso, são necessários mais estudos para esclarecer a identidade taxonômica dessas espécies (Buckup *et al.*, 2007, Langeani *et al.*, 2009). No estudo mais abrangente sobre a ictiofauna da região Nordeste, Rosa *et al.*, (2003) documentaram 240 espécies de peixes de água doce, porém este número é maior devido aos recentes registros de novas espécies.

Estudos ictiofaunísticos em rios costeiros do NEMO são escassos (Langeani *et al.*, 2009) e a maior parte está concentrado no Estado da Paraíba. Para o Estado do Ceará foram elencadas 42 espécies (Rosa *et al.*, 2003, Reis *et al.*, 2003, Buckup *et al.*, 2007). Estudos sobre a ictiofauna das bacias hidrográficas de uma região são importantes para a compreensão da dinâmica das comunidades e para a preservação das espécies. Além disso, entender como os extremos de seca e cheia afetam essa fauna aquática é fundamental para estabelecimentos de planos de conservação e manejo das espécies (Maltchik; Medeiros 2006).

Os rios do semiárido são caracterizados pelos extremos de seca e cheia, ou seja, fluxo corrente e poças temporárias (Medeiros; Maltchik, 2000). Na estação seca a maioria dos rios secam completamente e outros limitam-se a pequenas poças temporárias. Essas poças atuam como os únicos refúgios para muitas espécies aquáticas (Larned *et al.*, 2010). Nessas poças a disponibilidade de recursos diminui Lake, (2003) afetando o comportamento alimentar de algumas espécies de peixes. A dieta dos peixes pode ser alterada em condições de fluxo intermitentes variando conforme a disponibilidade de recursos no meio (Christian;

Adams, 2014). Entretanto, poucos estudos têm mostrado a interação entre a disponibilidade de alimentos e dieta de peixes em sistemas intermitentes (Matthews; Marsh, 2003).

Em poças temporárias, o baixo volume de água associada às altas temperaturas, altera as concentrações de pH e oxigênio dissolvido alterando a composição natural dos macroinvertebrados (Porst *et al.*, 2012), levando a uma queda destes recursos na dieta dos peixes. Em contrapartida, a pouca profundidade dessas poças e a baixa turbidez favorece o crescimento vegetal (Medeiros *et al.*, 2010a). Portanto, em rios intermitentes é provável que a maior parte da energia que sustenta os peixes seja oriunda do próprio sistema aquático e não dos sistemas terrestres adjacentes como proposto por Lowe-McConnell, (1999) para maiorias dos peixes de ecossistemas tropicais. Essa mudança na dieta das espécies, seja pela disponibilidade de recurso ao longo do ano ou pela preferência alimentar durante a ontogenia, tem levado a variações no trato gastrointestinal como resposta adaptativa às variações na dieta (Drewe *et al.*, 2004, Becker *et al.*, 2010; Christian; Adams, 2014).

Estudos têm mostrado comprimento do intestino e o desenvolvimentos dos cecos pilóricos geralmente se alteram em função de variações na dieta (Drewe *et al.*, 2004), outros têm mostrado que comprimento do intestino aumenta com o consumo de itens menos nutritivos para otimizar a absorção de nutrientes que estão em menor concentração (Christian; Adams, 2014), enquanto outros sugerem valores fixos de comprimento de intestino para carnívoro, herbívoro, onívoro e detritívoro (Ward-Campbell *et al.*, 2005), porém Barbieri *et al.*, (1994) observaram que essas variações no comprimento do intestino pode ser compensada pelas variações na mucosa intestinal. Portanto, existem várias dúvidas sobre as respostas dos peixes às variações na dieta abrindo precedentes para novos estudos. Não existem informações satisfatórias sobre a relação entre o número, tamanho e arranjo dos cecos pilóricos com a dieta em peixes (Buddington; Diamond, 1986) nem mesmo a função dos cecos pilóricos nesses organismos é bem compreendida e isso tem gerado diversas especulações (Zavala-Camin, 1996; Seixas Filho *et al.*, 2000); Rotta, 2003); Drewe *et al.*, 2004).

Devido à necessidade de ampliação do conhecimento sobre a ictiofauna da Caatinga, o capítulo I desta dissertação tem como objetivo realizar um inventário das espécies de peixes da bacia do rio Mundaú. Paralelamente, o capítulo II objetiva compreender o comportamento alimentar e as respostas morfológicas externa e internas do trato digestório de cinco dessas espécies (incluindo algumas das mais abundantes) que possam estar ligadas a alterações na dieta.

REFERÊNCIAS

- Albert, J.; Reis R. E 2011. Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes. University of California Press. London. England 406p.
- Barbieri, Geraldo; Peret Alberto Cavalcante e Verani José Roberto. 1994. Notas sobre a adaptação do trato digestivo ao regime alimentar em espécies de peixes da região de São Carlos (SP). I. quociente intestinal. *Revista brasileira de biologia*, 54: 63-69.
- Becker, AG; Gonçalves, JF; Garcia, LO; Behr, ER; Graça, DL; Filho, MK; Martins, T; Baldisserotto, B., 2010. Morphometric parameters comparisons of the digestive tract of four teleosts with different feeding habits. *Ciência rural*, 40: 862-866.
- Buckup, P.A., N.A. Menezes e M.S. Ghazzi. 2007. Catálogo das Espécies de Peixes de Água Doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 195 p.
- Buddington, Randal K; Jane w.; Chen e Jared diamond. 1987. Genetic and phenotypic adaptation of intestinal nutrient transport to diet in fish. *The Journal of physiology*, 393: 261-281.
- Christian, J. M.; Adams G. L. 2014. Effects of pool isolation on trophic ecology of fishes in a highland stream. *Journal of Fish Biology*. 85: 752-772.
- Drewe, K. E.; Horn, M.H.; Dickson K. A.; gawlicka.A. 2004. Insectivore to frugivore: ontogenetic changes in gut morphology and digestive enzyme activity in the characid fish *Brycon guatemalensis* from Costa Rican rain forest streams. *Journal of Fish Biology*, 64:890-902.
- Ferreira, Anderson; Gerhard, Pedro; Cyrino José E. P. 2012. Diet of *Astyanax paranae* (Characidae) in streams with different riparian land covers in the Passa Cinco River basin, southeastern Brazil. *Serie Zoologia*, 102:80-87.
- Froese, R. and D. Pauly. 2013. *FishBase. World Wide Web electronic publication*. Disponível em <http://www.fishbase.org/>. Último acesso em 09 outubro de 2014.
- Lake, P. S. 2003. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. *Freshwater Biology*, 48:1161-1172.
- Langeani, F., P.A. Buckup, L.R. Malabarba, L.H.R. Py-Daniel, C.A.S. Lucena, R.S. Rosa, J.A.S. Zuanon, Z.M.S. Lucena, M.R. Britto, O.T. Oyakawa e G. Gomes-Filho. 2009. Peixes de água doce; pp. 211–230, in: R.M. Rocha e W.A. Boeger (ed.). *Estado da arte e perspectivas para a zoologia no Brasil. Volume I*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia.
- Larned, S. T.; Datry, T.; Arscott, D. B.; Tockner, K., 2010. Emerging concepts in temporary-river ecology. *Freshwater Biology*, 55:717-738.
- Lévêque, C., Oberdorff, T., Paugy, D., Stiassny, M.L.J., Tedesco, P.A. 2008. Global iversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 545-567.

- Lowe-McConnell, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, Edusp. 536p.
- Maltchik, L.; Medeiros, E. S. F., 2006. Conservation importance of semi-arid streams in north-eastern Brazil: implications of hydrological disturbance and species diversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 16:665-677.
- Matthews, W.J. & Marsh-Matthews, E. (2003). Effects of drought on fish across axes of space, time and ecological complexity. *Freshwater Biology*, 48:1232-1253.
- Medeiros, E.S.F. e Maltchik, L., 2000. Influence of hydrological disturbance on reproduction of a fish community in an intermittent stream from Brazilian semiarid region. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und Angewandte Limnologie*, 27: 906-911.
- Medeiros, E.S.F.; Ometto, Jenaipierre; Silva Daniele Jovem. 2010a. Isótopos estáveis indicam origens do carbono que mantem diversidade do ambiente aquático. *Ciência hoje*, 46:33-39.
- Nascimento, W.S., N.H.C. Barros, A.S. Araújo, L.L. Gurgel, B. Canan, W.F. Molina, R.S. Rosa e S.Chellappa. 2014. Composição da ictiofauna das bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte, Brasil. *Biota Amazônia* 4:126-131.
- Porst., G.; Naughton, O.; Gill, L.; Johnston, P.; Irvine, K. 2012. Adaptation, phenology and disturbance of macroinvertebrates in temporary water bodies. *Hydrobiologia*, 696:47-62.
- Reis, R.E., S.O. Kullander and C.J. Ferraris Jr. 2003. Check list of the freshwater fishes of South Central and America. Porto Alegre: EDIPURCS. 742 p.
- Rosa, R.S., N.A. Menezes, H.A. Britski, W.J.E. Costa e F. Groth. 2003. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da caatinga; pp. 135–180, in: I.R. Leal, M. Tabarelli and J.M.C. Silva (ed.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco.
- Rotta, M. A. 2003. Aspectos Gerais da Fisiologia e Estrutura do Sistema Digestivo dos Peixes Relacionados à Piscicultura. *Embrapa Pantanal*, Corumbá, MS, p49.
- Seixas-Filho, J. T. S.; Brás, J. M. Gomide, A. T. M.; Oliveira, M. G. Almeida.; Donzele, J. L. Menin, E. 2000. Anatomia Funcional e Morfometria dos Intestinos e dos Cecos Pilóricos do Teleostei (Pisces) de Água Doce *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849). *Revista brasileira de zootecnia*, 29:313-324.
- Silva, M.J., T.P.A. Ramos, V.D. Diniz, V.D., R.T.C. Ramos and E.S.F. Medeiros. 2014. Ichthyofauna of Seridó/Borborema: a semi-arid region of Brazil. *Biota Neotropica* 143:1-6.
- Ward-Campbell, B. M. S.; Beamish, F. W. H.; C. Kongchaiya. 2005. Morphological characteristics in relation to diet in five coexisting Thai fish species. *Journal of Fish Biology*, 67:1266-1279.
- Zavala-Camin, L. A. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes *Maringá: EDUEM*, 129 p.

CAPÍTULO I

ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO MUNDAÚ, ESTADO DO CEARÁ, NORDESTE DO BRASIL



Foto: Keilo Teixeira

RESUMO

A bacia do Rio Mundaú está situada no centro-norte do Estado do Ceará, e drena uma área de 2.227 km² de Caatinga, incluindo a Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Mundaú. Este estudo teve como objetivo realizar um inventário dos peixes desta bacia. As coletas foram realizadas com petrechos ativos e passivos, em 35 pontos amostrais entre 2012 e 2014 em diversos habitats (canal principal, riachos, alagados, poças permanentes e temporárias, lagoas e açudes) ao longo de toda a bacia. Foram coletados 2.545 indivíduos, pertencentes a 55 espécies distribuídas em 10 ordens, 31 famílias e 50 gêneros; destas, 30 são estritamente de água doce e 25 estuarino-marinhas. Três espécies (*Hemigrammus guyanensis* Gery, 1995, *H. rodwayi* Durbin, 1909 e *Poecilia sarrafae* Bragança & Costa, 2011) constituem novas ocorrências para a ecorregião do Nordeste Médio-Oriental. Além disso, foram registradas duas espécies de cinolebiídeos, *Hypsolebias* sp. e *Anablepsoides cearensis* (Costa & Vono, 2009), esta última, classificada como criticamente ameaçada de extinção, teve sua área de ocorrência ampliada.

Palavras-chave: Rios intermitentes. Semiárido. Ecorregião Nordeste Médio-Oriental. Peixes de água doce neotropical.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos da ictiofauna de água doce no Brasil estão mais concentrados em algumas regiões como Sul e Sudeste (Langeani *et al.* 2009). Enquanto estas regiões são relativamente bem documentadas, o Nordeste do Brasil é carente de estudos ictiofaunísticos, especialmente a ecorregião hidrográfica do Nordeste Médio Oriental (NEMO) (Rosa *et al.*, 2003, Ramos *et al.*, 2005). Esta ecorregião inclui as bacias costeiras situadas entre os rios São Francisco e Parnaíba, drenando os Estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e uma pequena porção do Piauí (Rosa *et al.* 2003). Albert *et al.* (2011) elencaram 88 espécies de peixes de água doce para o NEMO, entretanto, novas espécies têm sido registradas e descritas, como *Anablepsoides cearensis* (Costa & Vono, 2009), *Parotocinclus seridoensis* Ramos, Barro-Neto, Britski & Lima, 2013 e *Serrapinnus potiguar* Jerep & Malabarba, 2014. Além disso, estimativas do número de espécies de peixes de água doce no Nordeste podem ser prematuras, devido à escassez de revisões taxonômicas e poucas coleções representativas na região (Rosa *et al.* 2003; Ramos *et al.* 2005 Langeani *et al.*, 2009; Ramos *et al.* 2014).

Inventários ictiofaunísticos nas drenagens do NEMO são escassos (Langeani *et al.* 2009), e os que existem tratam de pequenos trechos de bacias maiores (e. g. Silva *et al.* 2014), ou reservatórios (e. g. Gurgel-Lourenço *et al.* 2013; Sánchez-Botero *et al.* 2014). Poucas bacias costeiras desta região hidrográfica foram inventariadas por completo, como a bacia do rio Gramame no Estado da Paraíba, na qual Gomes-Filho; Rosa (2001) registraram 23 espécies; a bacia do rio Curimataú que tem suas porções altas e média no Estado da Paraíba e trecho inferior no Rio Grande do Norte, com 22 espécies (Ramos *et al.* 2005), e a microbacia do rio Prati também no Rio Grande do Norte (22 espécies) (Paiva *et al.* 2014).

O NEMO está majoritariamente inserido no semiárido brasileiro onde o bioma predominante é a Caatinga, que resulta em uma rede hidrográfica menos extensa composta por rios intermitentes (Rosa *et al.* 2003), exceto nas áreas de cabeceira onde se localizam os brejos de altitude, que representam enclaves de Mata Atlântica em altitudes elevadas (Rosa; Groth 2004), e a margem costeira dos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, também caracterizada pela Mata Atlântica (Paiva *et al.*, 2014). Portanto, esses sistemas são constantemente modificados com a construção de açudes e barragens para assegurar a demanda hídrica das cidades e povoados, principalmente nos períodos de longa estiagem.

Com exceção da bacia do rio Jaguaribe e de um pequeno trecho da bacia do rio Parnaíba, a hidrografia do Estado do Ceará é composta por bacias costeiras de médio e

pequeno porte. Algumas destas foram indicadas como de provável importância para conservação de peixes da Caatinga, embora tenham sido consideradas como insuficientemente conhecidas (MMA, 2007). Dentre estas, está a bacia do rio Mundaú, situada no centro-norte do Estado do Ceará, cuja ictiofauna dulciaquícola é desconhecida. O trecho estuarino dessa bacia foi inventariado por Soares Filho *et al.*, (2010) que registraram 53 espécies de peixes estuarinos e marinhos. O trecho inferior da bacia do rio Mundaú, onde está localizada a Área de Proteção Ambiental (APA) do Estuário do Rio Mundaú, é considerado uma área prioritária para conservação de peixes da Caatinga (SEMACE, 2014). Esta APA abrange uma área de 1.596,37 hectares localizada na costa oeste do Estado do Ceará (SEMACE, 2014). Devido à importância dessa bacia para ampliar o conhecimento da ictiofauna da Caatinga, este estudo teve como objetivo realizar um inventário das espécies de peixes da bacia do rio Mundaú.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

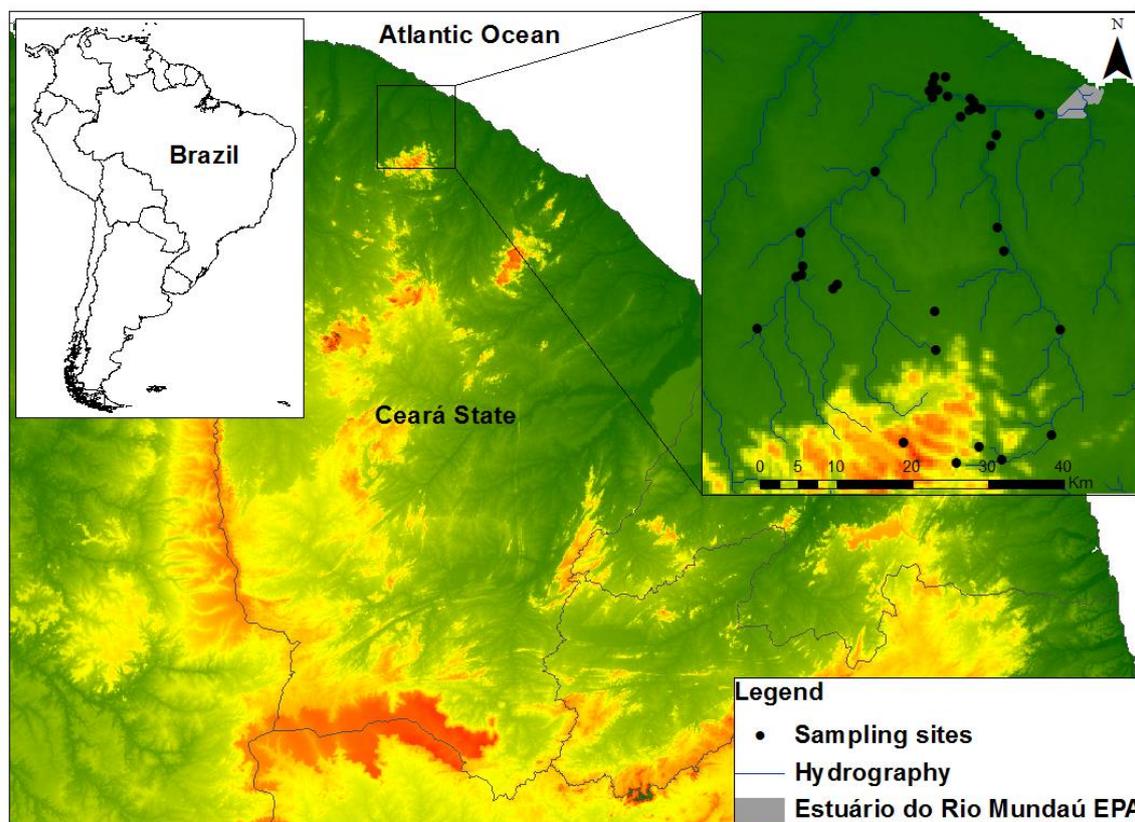
A bacia do rio Mundaú (Figura 1.1) tem uma área de drenagem de aproximadamente 2.227 km² (COGERH, 2014) drenando microrregiões de Maciços Residuais, Depressão Sertaneja e Planície Litorânea (IPECE, 2012). Os dois principais afluentes da bacia do Mundaú, rio Cruxati no Oeste e rio Mundaú no Leste, nascem no Maciço de Uruburetama, em altitudes de até 970 m, ambos têm regimes intermitentes. Ao longo dos seus cursos, estes rios são alimentados por diversos riachos de primeira ordem, tais como os riachos Sororô, Tabocas, Laginhas e Torrados. O curso principal do rio Mundaú percorre 97,6 km no sentido sul-norte até desaguar no Oceano Atlântico no Município de Trairi, enquanto o rio Cruxati percorre 77,5 km da nascente à confluência com o rio Mundaú (COGERH, 2014).

A bacia do Mundaú é uma das cinco bacias que compõem a Região Hidrográfica do Litoral, a bacia do Litoral é uma das 11 bacias que drenam o Estado do Ceará (COGERH, 2014). Essa região apresenta clima semiárido com média de precipitações anuais de 1.134,4 mm, evaporação de 1.914,70 mm e temperaturas entre 26°C e 28°C com os maiores picos de precipitações entre os meses de janeiro a junho (FUNCEME, 2013).

2.2 Desenho amostral

As amostragens foram realizadas em 35 localidades ao longo de toda bacia do rio Mundaú. Para maior representatividade da bacia, as coletas foram realizadas tanto no canal principal dos rios Mundaú e Cruxati, como em riachos (temporários e permanentes), lagoas, açudes e alagados às suas margens (Tabela 1.1). As coletas ocorreram nas estações seca e cheia entre 2012 e 2014, abrangendo localidades desde as nascentes de rios e riachos, a mais de 900 m de altitude, até o estuário. Devido à intermitência dos rios, as amostragens da estação seca foram realizadas apenas em poças remanescentes do curso principal dos rios, ao passo que as coletas da estação chuvosa contemplaram pontos nos fluxos contínuos dos rios, riachos e em ambientes marginais.

Figura 1 Localização da bacia do Rio Mundaú no Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, evidenciando os pontos de amostragem. As cores quentes representam altitudes elevadas



Fonte: Roney Paiva

Tabela 1 Coordenadas geográficas, altitude, rios e habitat amostrados ao longo da bacia do rio Mundaú.

Coordenadas Geográficas	Altitude (m)	Rio	Habitat
3.62527° S 39.49782° W	108	Mundaú	Canal principal
3.21225° S 39.45283° W	11	Mundaú	Estuário
3.46911° S 39.42811° W	51	Mundaú	Canal principal
3.59491° S 39.43911° W	89	Mundaú	Canal principal
3.60494° S 39.61399° W	913	Mundaú	Cabeceiras
3.62936° S 39.55111° W	273	Mundaú	Canal principal

3.46814° S 39.78777° W	56	Cruxati	Riacho
3.44799° S 39.57688° W	80	Cruxati	Lagoa
3.42094° S 39.69766° W	62	Cruxati	Riacho
3.41619° S 39.69288° W	70	Cruxati	<i>Rock pool</i>
3.40675° S 39.74111° W	44	Cruxati	Canal principal
3.40438° S 39.73577° W	43	Cruxati	Riacho
3.39431° S 39.73433° W	41	Cruxati	Canal principal
3.37569° S 39.49455° W	34	Mundaú	Açude
3.61006° S 39.52488° W	145	Mundaú	Riacho de cabrceira
3.35383° S 39.73588° W	37	Cruxati	Poça no canal principal
3.34763° S 39.50277° W	23	Mundaú	Poça no canal principal
3.28102° S 39.64833° W	17	Cruxati	Poça no canal principal
3.24950° S 39.51011° W	6	Mundaú	Estuário
3.23722° S 39.50433° W	8	Mundaú	Estuário
3.21582° S 39.54688° W	10	Mundaú	Alagado
3.20777° S 39.53649° W	9	Mundaú	Alagado
3.20650° S 39.52169° W	8	Mundaú	Estuário
3.20456° S 39.53277° W	9	Cruxati	Açude

3.19706° S 39.53098° W	9	Mundaú	Estuário
3.19319° S 39.53528° W	8	Cruxati	Alagado
3.19197° S 39.57933° W	13	Cruxati	Estuário
3.19114° S 39.56165° W	7	Mundaú	Poça no canal principal
3.18395° S 39.58353° W	21	Cruxati	Riacho
3.18297° S 39.57402° W	14	Cruxati	Lagoa
3.17528° S 39.57939° W	33	Cruxati	Riacho
3.16827° S 39.56391° W	29	Cruxati	Alagado
3.16748° S 39.57683° W	26	Cruxati	Alagado
3.49422° S 39.57544° W	102	Cruxati	Riacho
3.20361° S 39.52817° W	7	Mundaú	Estuário

Fonte: Keilo Teixeira

Os peixes foram capturados utilizando redes de arrasto (20 x 2,5 m, malhagem de 10 mm e 4 x 2 m, malhagem de 5 mm), tarrafa (2 m de altura, malhagem 15 e 12 mm), redes de emalhar de vários tamanhos e malhagens (15, 25,35, 45 e 55 mm), puçá (malhas 5 e 10 mm) e *bottle trap*. Os indivíduos coletados foram anestesiados em uma solução com 30 mL de óleo de cravo a 10% (óleo de cravo 10 mL; álcool etílico 90 mL) em 970 mL de água (Lucena et al., 2013) em seguida fixados em uma solução de formol 4% durante um período mínimo de oito dias, e posteriormente transferidos para solução aquosa de etanol 70%. Os peixes foram coletados sob autorização da licença 28380, Licença permanente expedições em 2013/2014 emitidas pelo ICMBio/SISBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade). Os peixes foram triados, identificados e depositados nas coleções ictiológicas da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Os peixes foram

identificados até o menor nível taxonômico de acordo com a literatura especializada através de chaves taxonômicas para grupos específicos (e.g. Araújo *et al.*, 2004, Britski *et al.*, 1984, Costa, 2007, Marceniuk 2005, Kullander 1988, Ploeg 1991, Ramos, 2012), além do auxílio de especialistas. As espécies reconhecidas como novas ocorrências para região foram avaliadas a partir de Reis *et al.*, (2003), Rosa *et al.*, (2003) e Buckup *et al.*, (2007). A nomenclatura seguiu a recomendada por Eschmeyer (2015) e a definição do habitat das espécies seguiu a classificação proposta por Froese; Pauly (2014).

3 RESULTADOS

Foram coletados 2.545 exemplares de peixes pertencentes a 55 espécies, 50 gêneros, 31 famílias e 10 ordens (Tabela 2). Destas, 30 (54,5%) são estritamente de água doce, sete (12,7%) estuarinas e 18 (32,7%) marinhas (Tabela 2). *Astyanax* aff. *bimaculatus* apresentou maior distribuição, sendo registrada em 19 dos 35 pontos amostrados. *Poecilia vivipara*, *Awaous tajasica* e *Dormitator maculatus* foram as únicas espécies presentes em áreas de água doce e estuarina. Dentre as espécies de água doce *Oreochromis niloticus* e *Poecilia reticulata* são exóticas introduzidas. *Poecilia sarrafae*, *Hemigrammus guyanensis* Géry, 1959, e *H. rodwayi* Durbin, 1909 são novas ocorrências para o NEMO, ao passo que *Nannostomus beckfordi* Günther, 1872 e *Callichthys callichthys* (Linnaeus, 1758) são novas ocorrências para o Estado do Ceará.

Entre os peixes de água doce a ordem Characiformes foi a mais representativa em número de espécies (53,3%), enquanto entre os peixes marinhos e estuarinos ordem Perciformes foi a mais representativa, representativa (80% das espécies). As ordens Siluriformes e Cyprinodontiformes representam 10,9%, e 9,1% com seis e cinco espécies respectivamente. As famílias mais diversificadas foram Characidae com 10 espécies seguida de Cichlidae e Poeciliidae com três espécies cada (Tabela 1.2).

Tabela 2 Lista de espécies de peixes da bacia do rio Mundaú e informações sobre fisiologia, habitat, abundância e número de tomo. Abreviações: (E) Estuarino; (AD) Água Doce; (M) Marinho; (NO) Nova Ocorrência para o NEMO; (CR) Criticamente ameaçada; (I) introduzida; (*) Espécie fotografada. UFRN, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFPB, Universidade Federal da Paraíba.

ORDEM/Família/Espécie	Fisiologia	Canal principal	Riacho	Alagado	Rock Pool	Lagoa	Açude	Abundância total	Tomo
ELOPIFORMES (1)									
Elopidae (1)									
<i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766	M	6	0	0	0	0	0	6	UFRN 2612
CHARACIFORMES (16)									
Curimatidae (1)									
<i>Steindachnerina notonota</i> (Miranda Ribeiro, 1937)	AD	122	22	20	0	8	25	197	UFRN 2642
Prochilodontidae (1)									
<i>Prochilodus brevis</i> Steindachner, 1875	AD	42	8	0	5	15	29	99	UFRN 3530
Anostomidae (1)									

<i>Leporinus piau</i> Fowler, 1941	AD	7	15	0	0	0	0	22	UFRN 1421
Erythrinidae (1)									
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	AD	14	4	2	0	3	4	27	UFRN 2582
Lebiasinidae (1)									
<i>Nannostomus beckfordi</i> Günther, 1872 ^(NO)	AD	24	19	15	0	3	44	105	UFRN 2591
Characidae (10)									
<i>Astyanax</i> aff. <i>bimaculatus</i> (Linnaeus 1758)	AD	204	36	4	23	8	24	299	UFRN 1420
<i>Astyanax</i> aff. <i>fasciatus</i> (Cuvier 1819)	AD	114	15	0	0	20	0	149	UFRN 1432
<i>Cheirodon jaguaribensis</i> Fowler, 1941	AD	5	0	0	0	0	0	5	UFRN 2523
<i>Compsura heterura</i> (Eigenmann, 1915)	AD	101	12	11	0	8	0	132	UFRN 1430
<i>Hemigrammus guyanensis</i> Géry, 1959 ^(NO)	AD	5	6	1	0	0	0	12	UFRN 2599
<i>Hemigrammus rodwayi</i> Durbin, 1909 ^(NO)	AD	41	30	4	0	3	0	78	UFRN 2562

<i>Hyphessobrycon</i> sp.	AD	0	32	0	0	0	4	36	UFRN 2602
<i>Phenacogaster calverti</i> (Fowler, 1941)	AD	114	8	12	0	8	11	153	UFRN 2557
<i>Serrapinnus heterodon</i> (Eigenmann 1915)	AD	187	39	11	12	17	22	288	UFRN 1431
<i>Serrapinnus piaba</i> (Lütken, 1875)	AD	132	18	11	7	12	11	191	UFRN 1429
Crenuchidae (1)									
<i>Characidium bimaculatum</i> Fowler, 1941	AD	10	5	0	0	0	0	15	UFRN 1439
SILURIFORMES (5)									
Ariidae (1)									
<i>Sciades herzbergii</i> (Bloch, 1794)	M	11	0	0	0	0	0	11	UFRN 3550
Auchenipteridae (1)									
<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	AD	4	0	0	0	0	0	4	UFRN 3531
Callichthyidae (1)									

<i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus, 1758)	AD	1	1	0	0	0	0	2	UFRN 2607
---	----	---	---	---	---	---	---	---	-----------

Loricariidae (2)

<i>Hypostomus cf. pusalum</i> (Starks, 1913)	AD	9	0	0	0	0	4	13	UFRN 2584
--	----	---	---	---	---	---	---	----	-----------

<i>Parotocinclus cearensis</i> Garavello, 1977	AD	4	0	0	0	0	0	4	UFRN 1422
--	----	---	---	---	---	---	---	---	-----------

BATRACHOIDIFORMES (1)

Batrachoididae (1)

<i>Batrachoides surinamensis</i> (Bloch & Schneider, 1801)	M	1	0	0	0	0	0	1	UFRN 3545
--	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------

MUGILIFORMES (1)

Mugilidae (1)

<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	M	24	0	0	0	0	0	24	UFRN 2611
--	---	----	---	---	---	---	---	----	-----------

CYPRINODONTIFORMES (5)

Cynolebiidae (2)

<i>Anablepsoides cearensis</i> (Costa & Vono, 2009) ^(CR)	AD	0	9	20	0	0	0	29	UFRN 3046*
<i>Hypsolebias</i> sp.	AD	8	12	8	0	0	0	28	UFRN 1446

Poeciliidae (3)

<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859 ^(I)	AD	36	31	0	0	0	0	67	UFRN 2581
<i>Poecilia sarrafae</i> Bragança & Costa, 2011 ^(NO)	AD	0	20	26	0	0	0	46	UFRN 2574
<i>Poecilia vivipara</i> Bloch & Schneider, 1801	AD	113	28	10	29	12	6	198	UFRN 1419

SYNBRANCHIFORMES (1)

Synbranchidae (1)

<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	AD	2	0	0	0	0	0	2	UFRN 3534
---	----	---	---	---	---	---	---	---	-----------

PERCIFORMES (20)

Centropomidae (1)

<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	M	5	0	0	0	0	0	5	UFRN 3546
Carangidae (2)									
<i>Hemicaranx</i> sp.	M	4	0	0	0	0	0	4	UFRN 3541
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	M	4	0	0	0	0	0	4	UFRN 3548
Lutjanidae (1)									
<i>Lutjanus</i> sp.	M	3	0	0	0	0	0	3	UFRN 3538
Gerreidae (3)									
<i>Eugerres brasilianus</i> (Cuvier, 1830)	M	4	0	0	0	0	0	4	UFRN 3549
<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842	M	23	0	0	0	0	0	23	UFRN 3655
<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855	M	8	0	0	0	0	0	8	UFRN 3654
Haemulidae (2)									
<i>Genyatremus luteus</i> (Bloch, 1970)	M	5	0	0	0	0	0	5	UFRN 3535

<i>Haemulopsis corvinaeformis</i> (Steindachner 1868)	M	8	0	0	0	0	0	8	UFRN 3542
Sparidae (1)									
<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)	E	10	0	0	0	0	0	10	UFRN 4281
Sciaenidae (2)									
<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	M	5	0	0	0	0	0	5	UFRN 3537
<i>Larimus breviceps</i> Cuvier, 1830	M	11	0	0	0	0	0	11	UFRN 3540
Ephippidae (1)									
<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	M	15	0	0	0	0	0	15	UFRN 3547
Cichlidae (3)									
<i>Cichlasoma orientale</i> Kullander, 1983	AD	41	8	5	0	6	8	68	UFRN 1426
<i>Crenicichla menezesi</i> Ploeg, 1991	AD	11	12	0	0	0	6	29	UFRN 1442
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) ⁽¹⁾	AD	23	3	0	0	8	12	46	UFRN 2588

Eleotridae (2)

<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch,1792)	E	6	0	5	0	0	0	11	UFRN 2613
<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin,1789)	E	13	0	0	0	0	0	13	UFRN 2577

Gobiidae (2)

<i>Awaous tajasica</i> (Lichtenstein, 1822)	AD	2	0	0	0	0	0	2	UFPB 10028
<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	M	3	0	0	0	0	0	3	UFRN 3415

PLEURONECTIFORMES (3)

Paralichthyidae (1)

<i>Citharichthys</i> sp.	E	4	0	0	0	0	0	4	UFRN 3553
--------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------

Achiridae (2)

<i>Achirus achirus</i> (Linnaeus, 1758)	E	3	0	0	0	0	0	3	UFRN 3552
<i>Trinectes paulistanus</i> (Miranda Ribeiro, 1915)	E	4	0	0	0	0	0	4	UFPB 10030

TETRAODONTIFORMES (2)

Tetraodontidae (2)

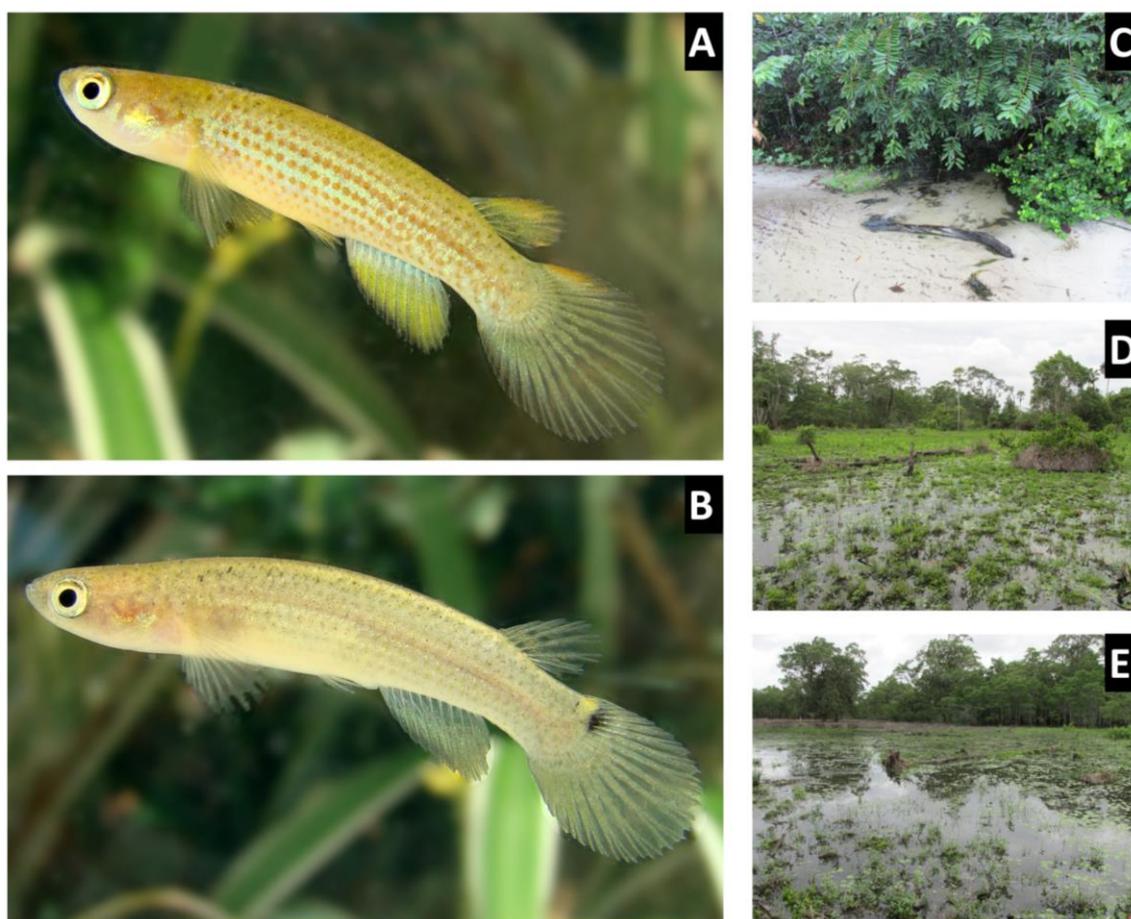
<i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1766)	M	4	0	0	0	0	0	4	UFRN 3544
<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	E	10	0	0	0	0	0	10	UFRN 3543

Total de espécies (n = 55)
1570**393****165****76****131****210****2,545**

Novas ocorrências (n = 4)

Das cinco espécies de Cyprinodontiformes listadas, duas são da família Cynolebiidae (*Anablepsoides cearensis* e *Hypsolebias* sp.). *Anablepsoides cearensis* (Figura 1.2 A e 2 B) foi a única espécie ameaçada de extinção presente na bacia do rio Mundaú, categorizada como criticamente ameaçada (CR) na Lista Vermelha das espécies da fauna ameaçadas de extinção no Brasil (MMA *et al.*, 2014). Esta espécie foi coletada em duas lagoas marginais (Figura 2.1 d e 2.1 e), formadas nas áreas inundação dos rios Mundaú e Cruxati durante o período de cheia e em um riacho perene raso (Figura 2 C), localizado em um fragmento florestal de Caatinga Arbustiva de características semelhantes à descrita para a localidade-tipo da espécie (Costa; Vono, 2009).

Figura 2 *Anablepsoides cearensis*. A = macho, B = fêmea, C, D, E = pontos de coletas.



Fotos: Telton Ramos

4 DISCUSSÃO

A predominância das ordens Characiformes e Siluriformes na Bacia do Rio Mundaú segue o padrão encontrado para os peixes de água doce no Nordeste brasileiro (Ramos et al. 2005, Nascimento et al. 2014, Ramos et al. 2014, Silva et al. 2014), para o Brasil (Buckup *et al.*, 2007) e para região Neotropical (Reis *et al.*, 2003; Lévêque *et al.*, 2008). Entretanto, quando também são consideradas as espécies de água doce e estuarino-marinhas, a ordem Perciformes é a segunda mais abundante corroborando com outras listas de espécies dos rios costeiros do NEMO (Soares-Filho et al. 2010; Paiva *et al.*, 2014). Em um levantamento que descreve a ictiofauna estuarina do Estado do Ceará, dos rios Jaguaribe, Malcozinhado, Catu, Ceará, Curu, Mundaú e Timonha, a ordem Perciformes foi a mais rica (Soares Filho *et al.*, 2010), visto que é o grupo com maior taxa de especiação nos ambientes marinhos, e algumas utilizam o trecho inferior dos rios como áreas de alimentação, proteção e reprodução (Paiva *et al.*, 2014).

Astynax aff. *bimaculatus* foi registrada em 54,2% dos locais de amostragem, sendo a espécie mais abundante. Ela pertence ao grupo *Astyanax bimaculatus*, composto por 22 espécies válidas distribuídas ao longo de quase todos os rios da América do Sul, representando um dos morfotipos mais abundantes (Lucena; Soares 2016). Juntamente com *Poecilia vivipara*, *Serrapinus heterodon*, *S. piaba* e *Steindachnerina notonota*, elas representaram as espécies mais comuns e pode exibir corpo de tamanho pequeno, hábitos ecofisiológicos generalistas e reprodução particionada o ano todo. Essas características, assim como outras relacionadas a distúrbios antrópicos, tais como hipóxia e habitats eutróficos, estão geralmente presentes em estudos de comunidade de água doce no NEMO onde essas nas espécies são frequentes e abundantes (Sánchez Botero et al., 2014; Silva et al., 2014). No entanto, a maioria das espécies esteve restrita a poucos habitats, refletindo em estreitas condições ecológicas para sua ocorrência. As espécies estuarino-marinhas foram principalmente juvenis de espécies previamente registradas no estuário do Mundaú, incluindo alguns importantes para pesca artesanal (Soares-Filho et al., 2010). Das 25 espécies estuarino-marinhas registradas na bacia em nosso estudo, seis não foram mencionadas em Soares-Filho *et al.* (2010): *Citharichthys* sp., *Hemicaranx* sp., *Genyatremus luteus*, *Haemulopsis corvinaeformis*, *Larimus breviceps* e *Sciades herzbergii*. Os mesmos autores também observaram o Mero *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822) no estuário do Mundaú, uma espécie marinha criticamente ameaçada (Brasil 2014).

A ocorrência de cynolebiidae em poças temporárias no canal principal e em alagados nas faixas médias e mais baixas da bacia de Mundaú pode reforçar a importância biológica destas drenagens como uma área prioritária para a conservação de Caatinga, como sugerido por Brasil (2007) e na recente reavaliação (Brasil 2016). *Anablepsoides cearensis* só era conhecida na localidade-tipo, um córrego raso em São Gonçalo do Amarante, Ceará (Costa; Vono 2009). Assim, seu registro de distribuição foi aumentado cerca de 77 km a oeste, até a porção inferior do rio Mundaú, em Itapipoca. Diferenças morfológicas entre *Hypsolebias* sp. e seus congêneres de Caatinga (Costa 2007) sugerem que este pode ser uma espécie nova. As únicas espécies do gênero descritas para NEMO são: *H. antenori* (Tulipano, 1973), que ocorre nas bacias costeiras a leste da drenagem Mundaú, entre o município de Messejana, no Estado do Ceará, e o município de Areia Branca, no Estado do Rio Grande do Norte (Costa 2007); *H. longignatus* Costa 2008, presente na bacia do rio Pacoti, no município de Aquiraz (Costa 2008), e *H. martinsi* do rio Icaraizinho, no município de Amontada (Britzke et al., 2016), ambas pequenas bacias do Estado do Ceará. Geograficamente, nosso registro de *Hypsolebias* sp. está entre a localidade-tipo de *H. longignatus* e *H. martinsi*, sendo o primeiro a leste da bacia do rio Mundaú a 140km de distância, enquanto o segundo é a noroeste e mais próximo, a cerca de 25km, na bacia adjacente do rio Aracatiaçu. No entanto, *Hypsolebias* sp. parece pertencer ao grupo *H. antenori* e, portanto, muito distinto de *H. longignatus*, que pertence ao grupo *H. flammeus*. A espécie coletada na bacia do rio Mundaú difere de *H. martinsi* pela presença de barras verticais no corpo e de *H. antenori* pela ausência de manchas redondas no pedúnculo caudal. Estudos adicionais, morfológicos e moleculares, devem ser feitos para determinar seu *status* específico. O registro destas espécies enfatiza a classificação do NEMO como uma ecorregião de água doce com alta porcentagem de espécies endêmicas (Albert et al., 2011).

Entre as espécies classificadas como novas ocorrências para o NEMO, *P. sarrafae* era considerada como endêmica da bacia do rio Parnaíba (Bragança; Costa 2011, Ramos et al., 2014), e este é o seu primeiro registro fora da ecorregião Maranhão-Piauí. *Hemigrammus guyanensis* era supostamente endêmica do Escudo das Guiana, enquanto *H. rodwayi* e *Nannostomus beckfordi* são consideradas nativas do Amazonas-Orinoco-Guianas Core (Albert et al., 2011) ocorrendo na Guiana, Suriname, Guiana Francesa e Norte do Brasil (Reis et al., 2003; Buckup et al., 2007). *H. rodwayi* também é encontrada em vários rios costeiros do NEMO: Mamanguape (UFPB 5685) e Abiaí (UFPB 9384), bacia no Estado da Paraíba, rio Doce (UFRN 2483) e em drenagens de do rio Jundiaí (UFRN 2595), no Rio Grande do Norte (Dados não publicados). A ocorrência dessas espécies amazônicas no Nordeste brasileiro

pode ser um indicativo de que uma conexão passada entre as florestas atlântica e amazônica em períodos mais úmidos (Wang *et al.*, 2004).

Menezes *et al.* (2007) relataram que *Nannostomus beckfordi*, registrado nos estados da Bahia e Alagoas, foi introduzida no Nordeste brasileiro devido ao aquarismo. No entanto, a presença desta espécie na bacia do rio Mundaú no Estado do Ceará é o registro mais setentrional e ocidental do NEMO, podendo ser uma distribuição relictual e outra evidência das conexões pretéritas entre os biomas florestais neotropicais. Atualmente, *N. beckfordi* é considerado um complexo de espécies mal definidas, que precisa de uma revisão taxonômica (Benzaquen *et al.*, 2015). O status de nativo ou introduzido deste táxon precisa ser visto, pois espécies endêmicas não-descritas puderem deixar de ser protegidas.

A introdução de *Poecilia reticulata* nos rios do Nordeste brasileiro também pode ser resultado do aquarismo. No entanto, esta espécie foi introduzida em vários países para controle de larvas de mosquitos, como *Aedes aegypti* (Lindholm *et al.*, 2005). Entretanto, espécies maiores, como a tilápia (*Oreochromis niloticus*), foram introduzidas em fazendas de criação de peixes nos reservatórios do Nordeste do Brasil pelo Departamento Nacional de Obras Contra Seca (DNOCS), em 1970 (Paiva; Mesquita, 2013). As tilápias, além de competir por recursos com espécies, são bastante resistentes, sobrevivendo facilmente em ambientes perturbados (Leão *et al.*, 2011).

Um total de 55 espécies foram encontradas na bacia do rio Mundaú, das quais apenas duas são introduzidas. A alta riqueza de espécies, juntamente com novos registros para o NEMO, que inclui duas espécies de cynolebiídea, uma delas criticamente ameaçada (*Anablepsoides cearensis*), destaca a importância de preservar esta bacia, sobretudo os trechos inferiores e as cabeceiras de rios e riachos. No entanto, alguns impactos antrópicos foram observados ao longo dos cursos d'água da bacia do rio Mundaú, principalmente associados à remoção de matas ciliares para agricultura e pecuária em muitos trechos dos rios e riachos amostrados; extração de areia do rio; represamento, ocupação irregular das margens dos rios por habitação humana e descarga de esgoto doméstico. O levantamento ictiológico da bacia do rio Mundaú contribui para o conhecimento da fauna de peixes da Caatinga e corrobora sua importância como área prioritária para a conservação da biota aquática desta região semiárida.

REFERÊNCIAS

- Albert, J.S., Petry, P. & Reis, R.E. 2011. Major biogeographic and phylogenetic patterns. In Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes (J.S. Albert & R.E. Reis, eds). Berkeley University of California Press, p.21-58.
- Araújo, M.E., Teixeira, J.M.C. Oliveira, A.M.E. 2004. Peixes estuarinos marinhos do Nordeste do Brasil: guia ilustrado. Edições UFC, Fortaleza.
- Bragança, P.H.N.; Costa, W.J.E.M., 2011. *Poecilia sarrafae*, a new poecilid from the Parnaíba and Mearim river basins, northeastern Brazil (Cyprinodontiformes: Cyprinodontoidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*. 21: 369-376.
- Benzaquem, D.C.; Oliveira, C.; Batista, J.S.; Zuanon, J.; Porto, J.I.R., 2015. DNA Barcoding in Pencilfishes (Lebiasinidae: Nannostomus) Reveals Cryptic Diversity across the Brazilian Amazon. *PLoS ONE* 10:1-14.
- Brasil. 2007. Ministério do Meio Ambiente. Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização – Portaria MMA N° 9, de 23 janeiro de 2007. Brasília: MMA. p.300.
- Brasil. 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção Portaria N° 443, de 17 de dezembro de 2014. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1(245): 121-130.
- Brasil. 2016. Ministérios do Meio Ambiente. Resultados da 2ª atualização das Áreas e Ações Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade dos biomas Cerrado e Pantanal realizado em 2012, e da Caatinga, realizado em 2015. <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira/%C3%A1reas-priorit%C3%A1rias/item/10724> (último acesso em 13/09/2016).
- Britski, H.A.; Sato, Y.; Rosa, A.B.S., 1984. Manual de Identificação de Peixes da Região de Três Marias: Com Chave de Identificação Para os Peixes da Bacia do São Francisco. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações - CODEVASF, Divisão de Piscicultura e Pesca.
- Britzke R.; Nielsen, D.T.B.; Oliveira, C., 2016. Description of two new species of annual fishes of the *Hypsolebias antenori* species group (Cyprinodontiformes: Rivulidae), from Northeast Brazil. *Zootaxa* 4114:123-138.
- Buckup, P.A.; Menezes, N.A.; Ghazzi, M.S. 2007. Catálogo das Espécies de Peixes de Água Doce do Brasil. Rio de Janeiro, Museu Nacional, p.1-195.
- COGERH. 2014. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Bacias hidrográficas do Litoral Características Gerais. <http://portal.cogerh.com.br/downloads/category/83-pacto-das-aguas-plano-estrategico> (último acesso em 02/11/2014)
- Costa, W.J.E.M., 2007. Taxonomic revision of the seasonal South American killifish genus *Simpsonichthys* (Teleostei: Cyprinodontiformes: Aplocheiloidei: Rivulidae). *Zootaxa*. 1669:1-134.

- Costa, W.J.E.M., 2008. *Simpsonichthys longignatus*, a new seasonal killifish of the *S. flammeus* group from the Pacoti river basin, northeastern Brazil (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 19:155-59.
- Costa, W.J.E.M.; Vono, V., 2009. *Rivulus cearensis*, a new aplocheiloid killifish from northeastern Brazil (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 20:7-11.
- Eschmeyer, W.N. 2015. Catalog of fishes: genera, species, references. <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> (último acesso em 06/04/2015)
- FISHBASE. <http://www.fishbase.org/home.htm> (último acesso em 09/10/2014)
- FUNCEME. 2015. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. <http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/maxima/diario?data=hoje> (último acesso em 24/03/2015)
- Gomes-Filho, G.; ROSA R.S. 2001. Inventário da Ictiofauna da Bacia do Rio Gramame, Paraíba, Brasil. In *A Bacia do Rio Gramame: Biodiversidade, Uso e Conservação* (T. Watanabe, ed.). PRODEMA, João Pessoa, p.167–173.
- Purgel-Lourenço, R.C., Sousa, W.A., Sánchez-Botero, J.I.; Garcez, D.S. 2013. Ichthyofauna of two reservoirs in the middle Acaraú river. *Check List* 9: 1391-1395.
- IPECE. 2012. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2013/Itapipoca.pdf (último acesso em 01/01/2015)
- Jerep, F.C.; Malabarba, L.R. 2014. A new species of *Serrapinnus* Malabarba, 1998 (Characidae: Cheirodontinae) from Rio Grande do Norte State, northeastern Brazil. *Neotropical ichthyology*, 12: 301-308.
- Kullander, S.O. 1988. A revision of the South American cichlid genus *Cichlasoma* (Teleostei: Cichlidae). Swedish Museum of Natural History, Stockholm.
- Langeani, F.; Buckup, P.A.; Malabarba, L.R.; Py-Daniel, L.H.R.; Lucena, C.A.S.; Rosa, R.S.; Zuanon, J.A.S.; Lucena, Z.M.S.; Britto, M.R.; Oyakawa, O.T.; Gomes-Filho, G., 2009. Peixes de água doce. In *Estado da arte e perspectivas para a zoologia no Brasil* (R.M. Rocha & W.A. Boeger, eds). Sociedade Brasileira de Zoologia, Volume I, Curitiba, p.211-230.
- Leão, T. C. C.; Almeida, W.R.; Dechoum, M.S.; Ziler, S.R., 2011. Espécies exóticas invasoras no Nordeste do Brasil: contextualização, manejo e políticas públicas. Recife: Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. 99 p.
- Lévêque, C.; Oberdorff, T.; PaugY, D., Stiassny, M.L.J.; Tedesco, P.A., 2008. Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595:545-567.

- LINDHOLM, A.K., BREDEN, F., ALEXANDER, H.J., CHAN, W.K., THAKURTA, S.G., & BROOKS, R. 2005. Invasion success and genetic diversity of introduced populations of guppies *Poecilia reticulata* in Australia. *Molecular Ecology*, 14:3671-3682.
- Lucena, C.A.S.; Soares, H.G. 2016. Review of species of the *Astyanax bimaculatus* “caudal peduncle spot” subgroup sensu Garutti & Langeani (Characiformes, Characidae) from the rio La Plata and rio São Francisco drainages and coastal systems of southern Brazil and Uruguay. *Zootaxa*, 4072:101-125
- Lucena, C.A. S.; Alegari, B.B.; Pereira, E.H.L.; Dallegrave, E. 2013. O uso de óleo de cravo na eutanásia de peixes. *Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia*, 105: 20-24.
- Marceniuk, A. P. Chave para identificação das espécies de bagres marinhos (siluriformes, ariidae) da costa brasileira. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo* 31: 89-101.
- Menezes, N.A.; Weitzman, S.H.; Oyakawa, O.T.; Lima, F.C.Tt.; Castro, R.M.C.; Weitzman, M.J., 2007. Peixes de água doce da Mata Atlântica: lista preliminar das espécies e comentários sobre conservação de peixes de água doce neotropicais. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Nascimento, W.W.; Barros, N.H.C.; Araújo, A.S.; Gurgel, L.L., Canan, B.; Molina, W.F., Rosa, R.S.; Chellappa, S., 2014. Composição da ictiofauna das bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte, *Biota Amazônia*, 4:126-131.
- Paiva, M.P.; Mesquita, P.E.C. 2013. Uma semente fecunda: Comissão Técnica de Piscicultura do Nordeste (1932 – 1945). *Revista do Instituto do Ceará*. p.10-40.
- Paiva, R.E.C., Lima, S.M.Q., Ramos, T.P.A.; Mendes L.F. 2014. Fish fauna of Pratiagi river coastal microbasin, extreme north Atlantic Forest, Rio Grande do Norte State, northeastern Brazil. *Check List*, 10: 968-975.
- Ploeg, A. 1991. Revision of the South American cichlid genus *Crenicichla* Heckel, 1840, with descriptions of fifteen new species and considerations on species groups, phylogeny and biogeography. *Academisch Proefschrift, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam*.
- Ramos, R.T.C., Ramos, T.P.A., Rosa, R.S., Beltrão, G.B.M.; Groth, F. 2005. Diversidade de Peixes (Ictiofauna) da bacia do rio Curimataú, Paraíba. In *Análise das Variações da Biodiversidade do Bioma Caatinga: Suporte das Estratégias Regionais de Conservação* (F.S. Araujo, M.J.N. Rodal & M.R.V. Barbosa, eds.), Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p.291-318.
- Ramos, T.P.A., R.T.C. Ramos and S.A.Q.A. RamoS. 2014. Ichthyofauna of the Parnaíba river Basin, Northeastern Brazil. *Biota Neotropica*,14: 1-8.
- Ramos, T.P.A. 2012. Ictiofauna de água doce da bacia do rio Parnaíba. Tese de doutorado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- Reis, R.E., Kullander, S.O.; Ferraris JR, C.J. 2003. Check list of the freshwater fishes of South Central and America, Porto Alegre.

- Rosa, R.S.; Groth, F., 2004. Ictiofauna dos Ecossistemas de Brejos de Altitude de Pernambuco e Paraíba. In Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação (K.C. Pôrto, J.J.P. Cabral & M. Tabarelli, orgs.). Série Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p.201–210.
- Rosa, R.S., Menezes, N.A., Britski, H.A.; Costa, W.J.E.; Groth F. 2003. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da caatinga. In Ecologia e Conservação da Caatinga (I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva eds.). Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p.135-180.
- Sánchez-Botero, J. I., Reis, V.C., Chaves, F.D.N.; Garcez, D.S. 2014. Fish assemblage of the Santo Anastácio reservoir (Ceará State, Brazil). *Boletim do Instituto de Pesca*, 40:1-15.
- Semace. 2014. Superintendência Estadual do Meio Ambiente - Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Mundaú. <http://www.semace.ce.gov.br/2010/12/area-de-protecao-ambiental-do-estuário-do-rio-mundau/> (último acesso em 07/10/2014).
- Silva, M.J., Ramos, T.P.A., Diniz, V.D.; Ramos, R.T.C.; Medeiros, E.S.F. 2014. Ichthyofauna of Seridó/Borborema: a semi-arid region of Brazil. *Biota Neotropica*, 14: 1-6.
- Soares Filho, A.A., Sampaio, C.M.S., Ferreira, T.D., Lourenço, J.A., Sousa, S.A.L.; Igarashi M.A., 2010. Contribuição ao conhecimento da Ictiofauna estuarina no Estado do Ceará, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 8: 1-9.
- Wang, X., Augusto, S.A., Eduards, R.L., Cheng, H., Cristalli, P.S., Smart., P.L., Richards, D.A.; Shen, C.C. 2004. Wet periods in northeastern Brazil over the past 210 kyr linked to distant climate anomalies. *Nature*, 432: 740-743.

CAPÍTULO II

DIETA E MORFOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO DE CINCO ESPÉCIES DA FAMÍLIA CHARACIDAE (ACTINOPTERYGII: CHARACIFORMES) EM POÇAS TEMPORÁRIAS DE UM RIO INTERMITENTE



Foto: Keilo Teixeira.

RESUMO

Os peixes apresentam alta plasticidade tróficas e algumas espécies podem alterar o comportamento alimentar conforme a disponibilidade de recursos no meio. Além disso, algumas espécies podem apresentar variações no trato digestório como resposta adaptativa à disponibilidade e ao tipo de alimento ingerido. O objetivo deste estudo foi analisar a dieta de cinco espécies da família Characidae e sua relação com a morfologia do trato digestório (comprimento do intestino e número de cecos pilóricos). Os peixes foram capturados bimestralmente com apetrechos ativos e passivos entre fevereiro de 2013 e março de 2014 em poças temporárias nos trechos médio e baixo do rio Mundaú. Os exemplares foram fixados em formol 10%, identificados e tombados na coleção ictiológica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Foram selecionados aleatoriamente 30 indivíduos de cada espécie, cujo trato digestório continha alimento. Esses indivíduos foram dissecados, retirados o trato digestório para aferição das variáveis morfológicas, contagem dos cecos pilóricos e análise do conteúdo estomacal. A dieta das espécies foi composta, basicamente, por algas, fragmento vegetal, insetos aquáticos e microcrustáceos. As espécies adotaram diferentes estratégias alimentares. Apenas as espécies do gênero *Serrapinnus* tiveram relação entre preferência alimentar (animal e vegetal) número de cecos pilóricos e quociente intestinal. Duas espécies responderam às variações na dieta com aumento comprimento do intestino. Quanto às guildas tróficas, uma espécie é carnívora (*Phenacogaster calverti*), três são herbívoras (*Astyanax* aff. *bimaculatus*, *Compsura heterura* e *Serrapinnus heterondon*) e uma é onívora (*S. piaba*) evidenciando a importância dos itens de origem vegetal para manutenção das espécies.

Palavras-chave: Especialização individual. Peixes de água doce. Comportamento alimentar

1 INTRODUÇÃO

Os teleosteos apresentam uma considerável variação na dieta e a maioria das espécies modifica o hábito alimentar com as oscilações na abundância do recurso alimentar em uso (Abelha, *et al.*, 2001). A versatilidade na dieta de peixes pode ser influenciada pela disponibilidade do recurso, fatores ambientais, espaciais, ontogenéticos ou conforme suas necessidades fisiológicas (Zavala-Camin, 1996; Abelha *et al.*, 2001; Petrere-Junior, 2003; Rezende; Mazzoni, 2006; Wolff, *et al.*, 2009).

Em ambientes efêmeros, como poças temporárias de rios intermitentes, a disponibilidade dos recursos alimentares tem forte relação com as características bióticas e abióticas impostas pelo ambiente (Lake, 2000; Lake, 2003). Nesses habitats, onde pode haver alternância entre abundância e escassez de alimento, (Lake, 2000; Tobler *et al.*, 2009; Christian; Adams, 2014) os organismos consumidores destes recursos podem escolher entre sua preferência alimentares e necessidade ou aquilo que está mais abundante no ambiente (Zavala-Camin, 1996; Uieda; Pinto, 2011). Em ambientes com imprevisibilidade de recursos alimentares, além da escassez de alimentos os peixes enfrentam uma intensa competição (Lake, 2000). Nessas condições, uma alternativa é a adoção de diferentes estratégias (generalista/especialista) para adquiri-los amenizando a competição e sobreposição alimentar (Peretti; Adrian, 2008).

A plasticidade trófica na ictiofauna fluvial tropical é particularmente marcante em rios intermitentes (Abelha *et al.*, 2001). Rios como aqueles do semiárido brasileiro têm características ecológicas diferente dos rios perenes (Medeiros *et al.*, 2010b). Em regiões áridas as perturbações hídricas naturais exercem forte influência na organização e funcionamento dos rios (Maltchik, 1999). Os sistemas lóticos do semiárido são caracterizados pelo regime irregular e intermitente dos fluxos com período anual de escoamento na chegada das precipitações pluviométricas e isolamento dos fluxos no início da estação seca (Maltchik; Medeiros, 2006). Na estação chuvosa esses rios apresentam maior volume de água e na estação seca, a água limita-se em pequenas poças (Larned *et al.*, 2010). As poças temporárias são habitats únicos que servem como refúgio para os peixes (Lake, 2000) e desempenham um papel importante como local de reprodução para as espécies (Medeiros; Maltchik, 2000; Maltchik; Medeiros, 2006). Durante a seca o número de micro-habitats é reduzido e há redução na quantidade de água o que interfere na dinâmica das comunidades a longo prazo (Matthews; Marsh-Matthews, 2003).

Ao comparar a dieta de peixes em poças isoladas e conectadas, Christian; Adams (2014) verificaram que durante o isolamento das poças os peixes têm dieta mais

especializada, consumindo itens nutricionalmente mais pobres, porém abundante no ambiente. A passagem de fluxo contínuo para poças isoladas pode aumentar a densidade de peixes e a predação, resultando na diminuição de determinadas presas (Matthews; Marsh-Matthews, 2003). Svanbäck; Bolnick (2007) observaram a diminuição na amplitude da dieta e mais partilha de recursos em ambientes de competição intraespecífica elevada. Nessas circunstâncias, os nichos tróficos separados evitariam uma competição intensa por alimento (Polacik, *et al.*, 2014).

Variações na disponibilidade e qualidade de recurso alimentares são comuns em ambientes aquáticos temporários. Nessas circunstâncias os peixes respondem por meio de alterações comportamentais e adaptações fisiológicas e fenotípicas (Relyea; Auld, 2005). Algumas espécies de peixes, quando passam a consumir alimentos pouco nutritivo, aumentam o comprimento do trato gastrointestinal (TGI). Há um custo para manter um intestino maior, mas que pode ser compensado pela ampliação da área de absorção de nutrientes (Becker *et al.*, 2010; Christian; Adams, 2014). O aumento do trato gastrointestinal também ocorre em indivíduos que digerem alimentos pouco nutritivos ou devido à escassez de recursos (Becker *et al.*, 2010). Por isso, alguns autores defendem que as estruturas morfológicas do trato digestório fornecem informações importantes sobre a ecologia alimentar em peixes, ou seja, a morfologia do TGI associada à dieta padrão indica os possíveis recursos alimentares explorados por uma espécie (Salvador-Jr, *et al.*, 2009 Ward-Campbell *et al.*, 2005).

O intestino mais longo entre os herbívoros é um padrão para a maioria dos vertebrados (Barbieri, *et al.*, 1994), inclusive para os peixes (Karachle; Stergiou, 2010; Becker *et al.*, 2010). Um longo intestino nos peixes herbívoros é necessário porque a matéria vegetal tem digestão lenta (Buddington, *et al.*, 1987). Os peixes carnívoros, por sua vez, possuem intestino mais curto devido à fácil digestão da matéria animal, além disso, eles tendem a alocar mais tecido de absorção nos cecos pilóricos ou uma espessa mucosa para compensar a menor extensão da área de absorção de nutrientes (Buddington, *et al.*, 1987). A relação do número de cecos pilóricos com a dieta ainda não é bem compreendida (Drewe *et al.*, 2004), porém, os cecos são mais desenvolvidos em peixes carnívoros, sendo pouco desenvolvido ou ausentes em alguns herbívoros (Buddington; Diamond, 1986; Rotta, 2003). Algumas de suas funções seriam ampliar a área de absorção de nutrientes no intestino, auxiliando, principalmente, na digestão de lipídeos e proteínas (Zavala-Camin, 1996; Rotta, 2003). O comprimento e o calibre dos cecos pilóricos aumentam com o desenvolvimento do peixe, e o seu padrão de mucosa possui características anatômicas semelhantes às do intestino (Seixas Filho *et al.*, 2000).

Estudos têm mostrado que devido à multiplicidade de fatores (tempo de digestão, disposição espacial, tempo e ontogenia) que pode interferir na dieta de peixes, a análise isolada de itens de conteúdo estomacal é insuficiente para determinação de hábitos alimentares das espécies (Barbieri *et al.*, 1994; Becker *et al.*, 2010), uma vez que a frequência dos itens presentes na dieta geralmente está relacionada à sua disponibilidade no ambiente e ao tempo de digestão (Zavala-Camin, 1996; Barbieri *et al.*, 1994). Além disso, a taxa de digestão dos alimentos varia, e a presença de itens menos facilmente digeridos no estômago pode subestimar sua importância na dieta (Ross *et al.*, 2006). Barbieri *et al.*, (1994) ressalta a existência de forte correlação entre as estruturas do aparelho digestivo e o hábito alimentar em peixes. Assim, a determinação da dieta de peixes deve considerar além da análise de conteúdo estomacal os aspectos morfológicos do trato digestório (Barbieri *et al.*, 1994; Becker, *et al.*, 2010).

2 HIPÓTESES

1) Itens de origem vegetal autóctone são os mais consumidos pelas espécies de Characidae em temporárias de rios intermitentes.

2) Espécies herbívoras maior quociente intestinal menor número de cecos pilóricos do que as espécies onívoras e carnívoras respectivamente.

3 PREVISÕES

1) Algas e fragmentos vegetal são os principais itens alimentares encontrados na dieta da maioria das espécies estudadas.

2) A herbivoria resultará em maior quociente intestinal e menor desenvolvimento dos cecos pilóricos enquanto a carnivoria resultará em menor intestino e maior desenvolvimento de cecos pilórico.

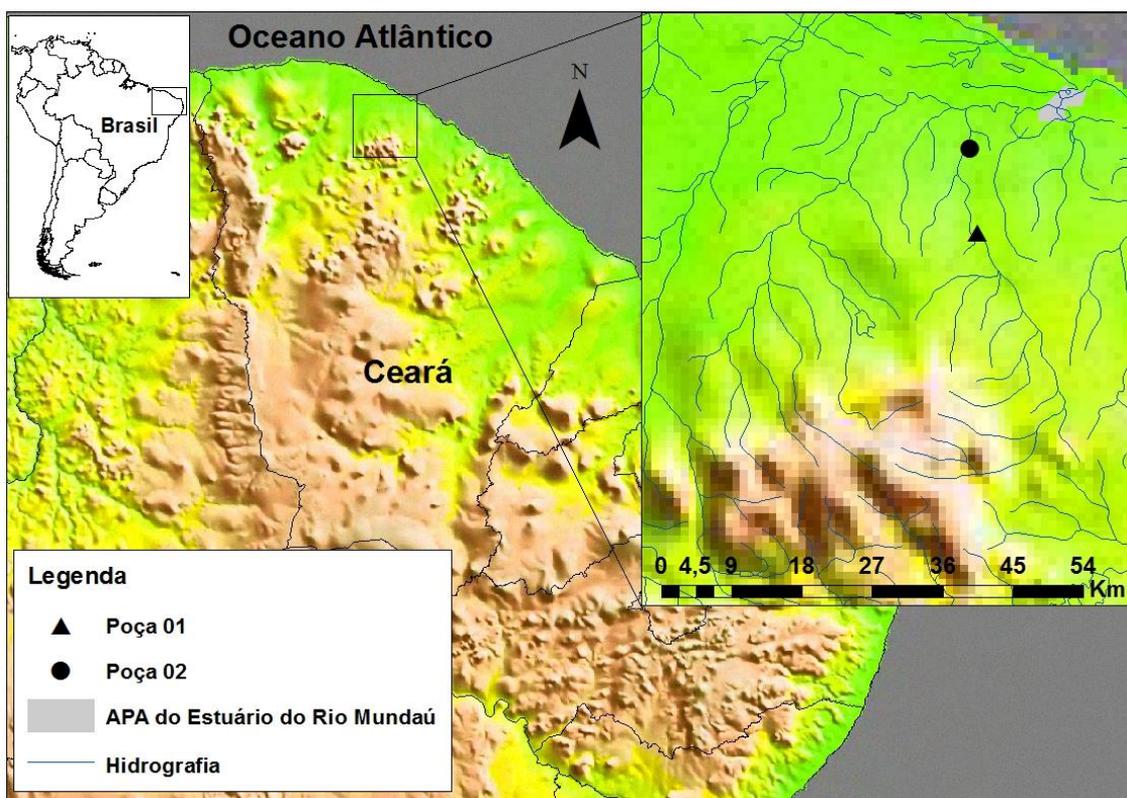
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no rio Mundaú, principal afluente da bacia do Mundaú. A bacia do rio Mundaú (Figura 2.1) está situada no centro-norte do Estado do Ceará. A área de drenagem é de aproximadamente 2.227 km² (COGERH, 2014) abrangendo microrregiões de Maciços Residuais, Depressão Sertaneja e Planície Litorânea (IPECE, 2012). Os dois principais rios que formam a bacia do Mundaú (rios Mundaú e Cruxati) têm regime intermitente e nascem no Maciço de Uruburetama, com altitudes de até 970 m. O curso principal do rio Mundaú percorre 76 km no sentido Sul-Norte até desaguar no Oceano Atlântico no Município de Trairi (COGERH, 2014).

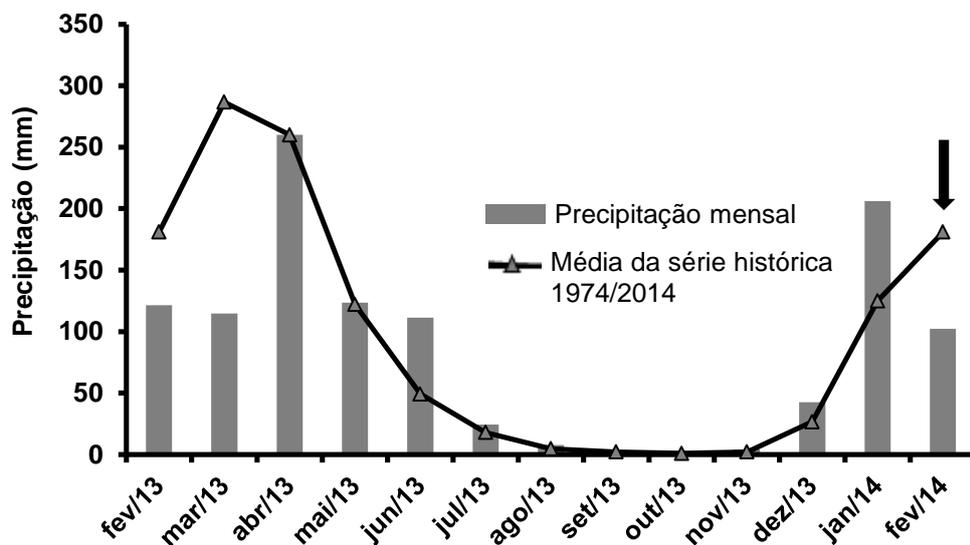
O rio Mundaú foi barrado nas porções alta e média pelos açudes Mundaú e Gameleira. Durante o período seco, a escassez de chuva limita o rio a pequenas poças temporárias. O trecho inferior da bacia do rio Mundaú é considerado uma área prioritária para conservação da Caatinga, onde está localizada a APA do Estuário do Rio Mundaú. A região da bacia apresenta clima semiárido com média de precipitações anuais de 1.258,9 mm (Figura 2.2), evaporação de 1.914,70 mm e temperaturas entre 26° C e 28°C com os maiores picos de precipitação entre os meses de janeiro a junho (FUNCEME, 2015).

Figura 1 Bacia do rio Mundaú destacando os respectivos pontos de coleta.



Fonte: Roney Paiva

Figura 2 Pluviosidade entre fevereiro de 2013 e fevereiro de 2014 e a série histórica (1974-2014) na região do rio Mundaú, Itapipoca, Ceará, Brasil.



Fonte: Keilo Teixeira

4.2 Poças temporárias

Foram selecionadas aleatoriamente duas poças temporárias remanescentes do rio Mundaú. A Poça I está situada no médio curso (coordenadas 3°14'58.29"S 39°30'36.65"W),

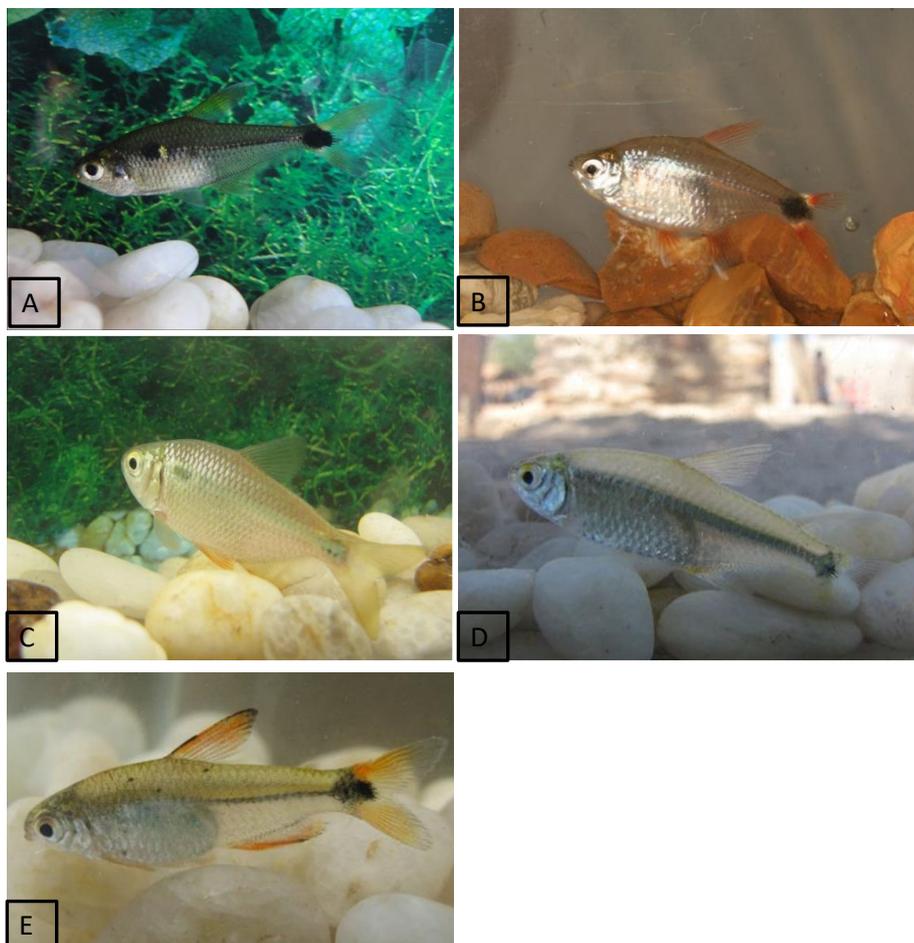
medindo 50 x 6,5 m, profundidade média de 85 cm e possui vegetação ciliar bem preservada. A poça II situa-se no baixo curso (coordenadas 3°20'47.77"S 39°30'9.93"W) a aproximadamente 11 km (em linha reta) à jusante da poça I sendo a última poça de água doce remanescente antes da área de influência de salinidade (a menos de 1 km). Esta poça mede 10 x 5,5 m com profundidade média de 40 cm e com vegetação ripária é pouco preservada.

Foram utilizados 30 indivíduos de cada espécie nas duas poças. Na poça I foram selecionadas as cinco espécies (Figura 3) mais abundantes da família Characidae: *Phenacogaster calverti* (Fowler, 1941), *Astyanax* aff. *bimaculatus* (Linnaeus 1758), *Compsura heterura* (Eigenmann, 1915), *Serrapinnus heterodon* (Eigenmann 1915) e *Serrapinnus piaba* (Lütken, 1875). Na poça II foram utilizadas as duas únicas espécies da família Characidae residentes no local: *Serrapinnus heterodon* (Eigenmann 1915) e *Serrapinnus piaba* (Lütken, 1875).

4.3 Espécies estudadas

As espécies selecionadas neste estudo pertencem à família Characidae e ao grupo de gêneros Incertae Sedis. *Phenacogaster calverti* (Fowler, 1941) (Figura 2.3 A) pertence à subfamília Characinae. Esta espécie está distribuída em drenagens costeiras do Ceará a Paraíba e é conhecida popularmente como piaba (Malabarba, 2003). *Compsura heterura* Eigenmann, 1915 (Figura 2.3 B) pertence à subfamília Cheirodontinae e tem distribuição na América do Sul em bacias dos rios São Francisco e Paraíba e vertentes dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Essa espécie possui o nome comum de piabinha (Malabarba 2003). *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Figura 2.3 C) é amplamente distribuída na América do Sul (Malabarba, 2003). *Serrapinnus heterodon* (Eigenmann, 1915) e *Serrapinnus piaba* (Lütken, 1875) (Figura 2.3 D e E) são popularmente conhecidas no Brasil como lambaris ou piabinha (Malabarba, 2003). Elas estão distribuídas nas bacias do Paraná e rio São Francisco (Malabarba, 2003) e em vários rios costeiros o Nordeste brasileiro.

Figura 3 Espécies estudadas: A - *Phenacogaster calverti* (Fowler, 1941); B - *Compsura heterura* Eigenmann, 1915; C - *Astyanax aff. bimaculatus* (Linnaeus, 1758); D - *Serrapinnus heterodon* (Eigenmann, 1915) e E- *Serrapinnus piaba* (Lütken, 1875).



Fotos: Telton Ramos

4.4 Coleta de dados

As coletas foram realizadas entre fevereiro de 2013 e março de 2014. Os peixes foram capturados com o uso de (i) rede de arrasto (4,1 x 2,2 m e 5 mm) com três réplicas em cada poça; (ii) tarrafa (1,5 m x 12 mm) com seis réplicas e (iii) puçá (0,8 m x 0,5 mm) com três réplicas em cada poça. Os espécimes coletados foram anestesiados eugenol (óleo de cravo (0,4 mL), álcool metílico (3,6 mL) e água destilada (1,996 mL de água destilada) e fixada em formaldeído a 10%. Os exemplares foram triados e identificados por meio da literatura especializada (Kullander 1988; Britski et al. 1984; Ploeg 1991; Ramos 2012) e depositados na coleção ictiológica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN 2557; UFRN 2561; UFRN 2634; UFRN 2629; UFRN 2645; UFRN 2624 e UFRN 2623. Em laboratório foi aferido o comprimento padrão dos exemplares utilizados para análise da dieta e em seguida dissecados para retirado do trato digestório e aferição do comprimento do intestino

4.5 Análises de conteúdo estomacal

A descrição da dieta foi realizada com uso de microscópio estereoscópico. Os itens alimentares foram identificados até menor nível taxonômico possível com auxílio da bibliografia especializada (Borror; Delong 2005; Ruppert; Barnes, 2005; Mugnai *et al.*, 2010). Para quantificação e aferição da área de cada item alimentar, os itens foram dispostos em uma placa Petri sobre papel milimetrado, sendo quantificados e aferidos sua área conforme descrito em Albrecht; Caramaschi (2003) e classificados quanto a sua origem em autóctones (quando de origem aquática) e alóctones (quando terrestre). Os itens foram quantificados pelo método de frequência de ocorrência (abundância relativa) ($V_i\%$) e volumétrico ($V_i\%$) (Hyslop, 1980). A frequência de ocorrência ($F_i\%$) refere-se ao número de estômagos em que o item i está presente dividido pelo total de estômagos com conteúdo estomacal analisado. Abundância relativa ($V_i\%$) se trata do somatório de todos os volumes do item i encontrados na população dividido pelo somatório do volume de todos os itens. A partir destes dados, o índice alimentar (IA_i) foi calculado de acordo com as seguintes fórmulas adaptada de Kawakami e Vazzoler (1980):

$$F_i = N_i / N_t \times 100$$

$$A_i = \sum S_i / \sum S_t \times 100$$

$$IA_i = \frac{F_i * A_i}{\sum_{i=1}^n F_i * V_i}$$

I: determinado item alimentar;

F_i : frequência de ocorrência de determinado item i ;

A_i : frequência volumétrica de determinado item i ;

N_i : Número de indivíduos que consumiram o item i ;

N_t : Número total de indivíduos;

$\sum S_i$: Somatório do volume do item i consumido pelos indivíduos;

$\sum S_t$: Volume total de todos os itens consumidos, e

IA_i : Índice alimentar do item i

4.6 Análises de morfometria do trato digestório

O comprimento do intestino (da válvula pilórica ao ânus) foi aferido com um paquímetro digital (precisão 0,01 mm). Os cecos pilóricos foram removidos e contabilizados. Para testar se consumo de itens alimentar origem animal ou vegetal afeta a morfologia do trato digestório das espécies, foi calculado o quociente intestinal (QI) e comparado entre as espécies conforme suas preferências alimentares:

$$QI = C_i/C_p$$

C_i = comprimento do intestino e C_p = comprimento padrão.

O número de cecos pilóricos foi comparado para testar possíveis variações conforme a preferência alimentar das espécies.

4.7 Análise gráfica de *Costello (1990) modificado por Amundsen (1996)*

Este método destaca a estratégia alimentar, importância e a contribuição da presa para a largura do nicho. Essas informações são adquiridas através da análise gráfica que é gerada a partir da abundância presaespecífica ($P_i\%$) e frequência de ocorrência ($F_i\%$) de itens alimentares identificados nos estômagos dos peixes. Os gráficos são interpretados de acordo com o diagrama ilustrado na Figura 4 a partir da fórmula abaixo:

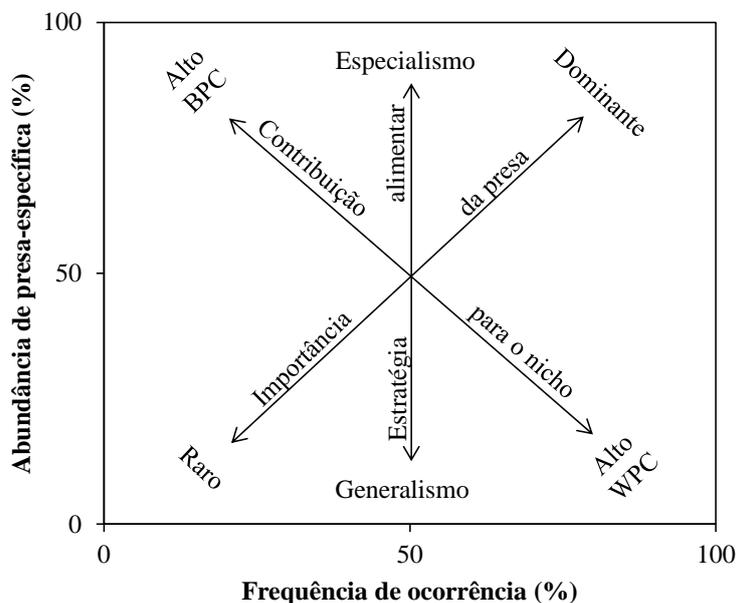
$$P_i = \frac{\sum S_i}{\sum S_{t_i}} \times 100$$

$\sum S_i$: Somatório do volume do item i consumido pelos indivíduos

$\sum S_{t_i}$: Volume total de todos os itens consumidos pelos indivíduos que consumiram o item i

A estratégia alimentar está representada pelo eixo vertical que indica a estratégia generalista e especialista (Figura 4). As diagonais representam a importância da presa, indo de itens raros a dominantes e a contribuição para o nicho, indo de BPC (componente entre fenótipo) para WPC (componente intrafenotípico) no qual reflete na amplitude de nicho. O primeiro trata-se do recurso consumido por uma parcela da população que apresenta o fenótipo capaz de consumir determinada presa, e o segundo, refere-se ao recurso que é consumido por todos ou a maioria dos fenótipos da população. Populações que apresentam BPC e WPC indica maior largura de nicho trófico.

Figura 4 Diagrama explicativo para a estratégia alimentar, a contribuição da presa para a largura de nicho e a importância da presa a partir da análise gráfica de Amundsen et al. (1996)



Fonte: adaptado de Amundsen et al. (1996)

4.8 Especialização individual

Para testar o grau de especialização, foi utilizado o índice de similaridade proporcional (*proportional similarity, PS*) utilizado o pacote *RlnSp software R*. O PS_i descreve a sobreposição entre a dieta de um indivíduo e a dieta da população como um todo: $PS_i = 1 - 0.5 \sum_j |P_{ij} - q_j|$, onde P_{ij} descreve a proporção do item j na dieta do indivíduo i sendo, q_j , a proporção do recurso j no nicho da população (Bolnick, *et al.*, 2002). Para indivíduos que se especializam em um único item alimentar, PS_i assume o valor de q_j . Indivíduos que consomem os recursos na mesma proporção que população como um todo, terão $PS_i = 1$, que diminuirá em caso de especialização individual. Além disso, foi calculado o índice IS (*individual specialization*) que é a média dos valores PS_i , que representa uma medida geral da especialização individual ao nível da população, calculado através da fórmula: $IS = \sum_i (PS_i) / N$. A partir desse cálculo, os valores de IS mais altos representam graus mais baixos de especialização individual. O valor limite de baixo PS_i a partir do qual considerou-se indivíduos como sendo "especialista individual" foi estabelecido de acordo com o limite de intervalo de confiança da distribuição nula derivada de 999 simulações de Monte Carlo do conjunto de dados original (Costa *et al.*, 2015).

A significância estatística dos valores de IS foi calculada a partir de simulações de Monte Carlo com 999 randomização das populações simuladas a partir do conjunto de dados originais. Cada população foi gerada com o mesmo número de indivíduos da população real e

a cada indivíduo foi atribuído itens aleatórios da dieta a partir da distribuição de recursos da população. A partir disso, foi produzido um modelo nulo correspondente a uma população composta por indivíduos generalistas (Costa *et al.*, 2015; Zaccarelli, Bolnick, *et al.*, 2013). O valor de *IS* foi então recalculado para cada conjunto de dados randomizados, onde, as populações simuladas que tiveram valores de *IS* inferiores ao valor *IS* real correspondem a um valor de *p* não paramétrico do *IS* observado. Os valores obtidos pelo procedimento de randomização de Monte Carlo são apresentados em histogramas mostrando a distribuição dos valores de *IS*, os limites de confiança de 95% da distribuição simulada, e o valor real de *IS* para os dados originais.

4.9. Análises estatística

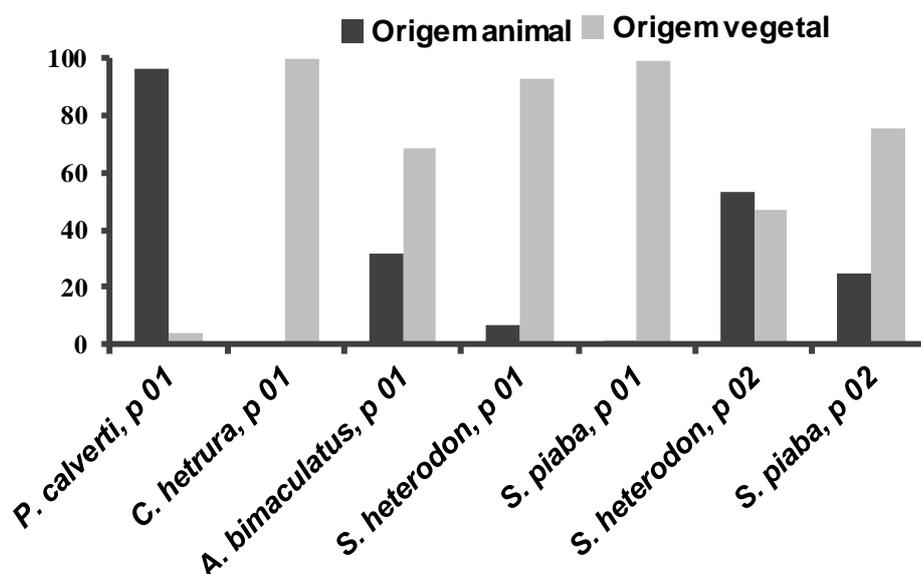
Como os dados dos cecos pilóricos não respondem às premissas de normalidade, foi realizada um teste de Mann Whitney para testar diferenças no número de cecos entre as espécies e suas respectivas preferencias alimentar. O mesmo foi feito para o QI.

Foi realizado um teste de contingência 2 x 2 Qui-quadrado (X^2) para determinar as diferenças entre a IAI (índice alimentar) dos itens tanto de origem animal e vegetal e quanto à origem autóctone e alóctone em ambos as poças para todas as espécies.

5 RESULTADOS

Foram identificados 26 itens alimentares (Apêndices A e B) sendo a maioria insetos, distribuídos em 10 ordens e 13 famílias. *Astyanax* aff. *bimaculatus* consumiu o maior número de itens, 22. Os itens de origem autóctones (produzidos dentro das próprias poças) foram mais importantes na dieta de todas as espécies em ambas as poças (Apêndices A e B). Houve diferença na preferência alimentar das espécies entre as poças. Na poça I, Chironomidae foi item mais importante na dieta de *P. calverti*, (IAi% = 72,94). Fragmento vegetal foi item mais importante na dieta de *A. bimaculatus* (IAi% = 53,65) e alga *I* foi o item mais importante nas dietas de *C. heterura* (IAi% = 54,7), *S. heterodon* (IAi% = 60,2) e *S. piaba* (IAi% = 79,8). Na poça II, *S. heterodon* e *S. piaba* consumiram principalmente Ostracoda (IAi% = 40,2) e fragmento vegetal (IAi% = 50,8) respectivamente.

Os itens de origem vegetal foram mais importantes na dieta da maioria das espécies (Figura 2.5). Na poça I, apenas *P. calverti* consumiu maior quantidade de itens de origem animal ($X^2 = 80,35$; gl = 1; $P < 0,05$) (IAi = 96,18%) enquanto as demais espécies alimentaram-se principalmente de itens de origem vegetal: *C. heterura* ($X^2 = 96,91$; gl = 1; $p < 0,05$) (IAi = 99,72%), *A. aff. bimaculatus* ($X^2 = 8,53$; gl = 1; $p < 0,05$) (IAi = 68,49%), *S. heterodon* ($X^2 = 61,41$; gl = 1; $P < 0,05$) (IAi = 93,16%) e *S. piaba* ($X^2 = 92,20$; gl = 1; $P < 0,05$) (IAi = 98,80%). Na poça II, não houve diferença significativa entre o consumo de matéria vegetal e animal por *S. heterodon* ($X^2 = 2,49$; gl = 1; $P > 0,05$) (IAi = 53,12%) ao passo que *S. piaba* seguiu a mesma tendência exibida na poça II e preferiu os itens de origem vegetal ($X^2 = 12,83$; gl = 1; $P < 0,05$) (IAi = 75,32%). As espécies foram agrupadas em três guildas tróficas, que diferiram entre as poças. Na poça I, com exceção de *P. calverti*, que é carnívora, as demais espécies exibiram dieta herbívora (*S. piaba*, *S. heterodon*, *C. heterura* e *A. bimaculatus*). A dieta de *S. piaba* na poça II foi semelhante à dieta da mesma espécie na poça I, ou seja, também é herbívora, por outro lado, *S. heterodon* foi classificada como onívora o que evidencia a alta plasticidade trófica dessa espécie.

Figura 5 Índice alimentar quanto à origem dos itens consumidos.

Fonte: Keilo Teixeira

O quociente intestinal (QI) foi mais longo em *S. piaba* da poça I (0,9); seguida por *C. heterura* poça I (0,83); *S. heterodon* poça I (0,79); *S. piaba* poça II (0,61); *A. aff. bimaculatus* poça I (0,60); *S. heterodon* poça II (0,56); e *P. calverti* poça I (0,49). O menor QI em *P. calverti*, única espécie carnívora, reforça a hipóteses de que os herbívoros necessitam de maior intestino para processar a matéria vegetal que é digerida lentamente enquanto os carnívoros têm digestão mais rápida. Este estudo mostra que mesmo entre os herbívoros, aqueles com maior IAI de matéria vegetal possuem maior comprimento do intestino (Tabela 2.1).

Tabela 1 Teste de Mann-Whitney comparando o quociente intestinal (QI) com a preferência alimentar das espécies entre as populações de *Serrapinnus* da poça I x poça II.

<i>S. heterodon</i> poça I (QI=0,79) x <i>S. heterodon</i> poça II (QI=0,56).	U = 29,50	Z = 5,7533	P= 0,0001
<i>S. piaba</i> poça I (QI=0,90) x <i>S. piaba</i> poça II (QI=0,61).	U = 50,00	Z = 5,9138	P= 0,0001

Fonte: Keilo Teixeira

Este estudo mostra que o número de cecos pilóricos varia entre os indivíduos de uma mesma população e isso ocorreu em todas as espécies analisadas aqui. Essas estruturas são mais desenvolvidas entre as populações da mesma espécie que consomem maior volume

de matéria animal. Esse resultado reforça a hipótese que os cecos pilóricos em peixes têm função de auxiliar na digestão de lipídios e proteínas de origem animal. *S. heterodon* e *S. piaba* consumiram maiores valores de material animal na poça II se comparado com as populações da mesma espécie na poça I e tiveram um aumento no número de cecos (Tabela 2.2). Não houve, relação entre o número de cecos e o comprimento do intestino e número de cecos variou apenas entre as espécies atuando de forma independente do comprimento do intestino (Tabela 3).

Tabela 2 Teste de Mann-Whitney comparando o número de cecos pilóricos (CP) com a preferência alimentar das espécies entre as populações de *Serrapinnus* da poça I x poça II.

<i>S. heterodon</i> poça I (CP=7,4) x <i>S. heterodon</i> poça II (CP=7,87)	U= 254,50	Z = 2,0368	P= 0,0417
<i>S. piaba</i> poça I (CP=8,16) x <i>S. piaba</i> poça II (CP=8,63)	U= 331,00	Z = 1,7593	P= 0,0785

Fonte: Keilo Teixeira

Tabela 3 Análise de covariância descrevendo a correlação entre cecos pilórico e comprimento do intestino.

Cecos pilóricos	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Com. Intestino	1	0,010	0,0098	0,0110	0,9166
Espécie	6	38,934	6,4890	7,2756	<0,05
Com.inte: espécies	6	6,638	1,1064	1,2405	0,2874
residuais	190	169,457	0,8919		

Fonte: Keilo Teixeira

As espécies adotaram diferentes estratégias alimentar, desde especialistas em alguns itens a generalistas. Na poça I, a presa dominante na dieta de *P. calverti* foi Chironomidae onde os demais itens foram complementares (Figura 6 A). Não houve um item dominante na dieta de *C. heterura* (Figura 6 B), porém uma pequena parcela da população se especializou no consumo de alga 2 (alto BPC) a maior parte da população exibiu estratégia generalista (alto WPC). Também não houve um item dominante na dieta *A. aff. bimaculatus* que teve uma dieta generalista como alto WPC e alto consumo de presas raras (Figura 6 C). Para *A. bimaculatus* todos os itens alimentares consumidos exibiram *PI* (abundância de presa específica) abaixo de 50%. Alga 1 foi o item dominante nas dietas de *S. heterodon* e *S. piaba*. Uma pequena parcela da população de *S. heterodon* especializou-se no consumo de Alga 2

(alto BPC) enquanto a maioria se especializou no consumo de alga 1 (Figura 2.6 D). *S. piaba* consumiu alguns itens raros, mas teve alga 1 como item dominante na dieta de sua população (Figura 2.6 E).

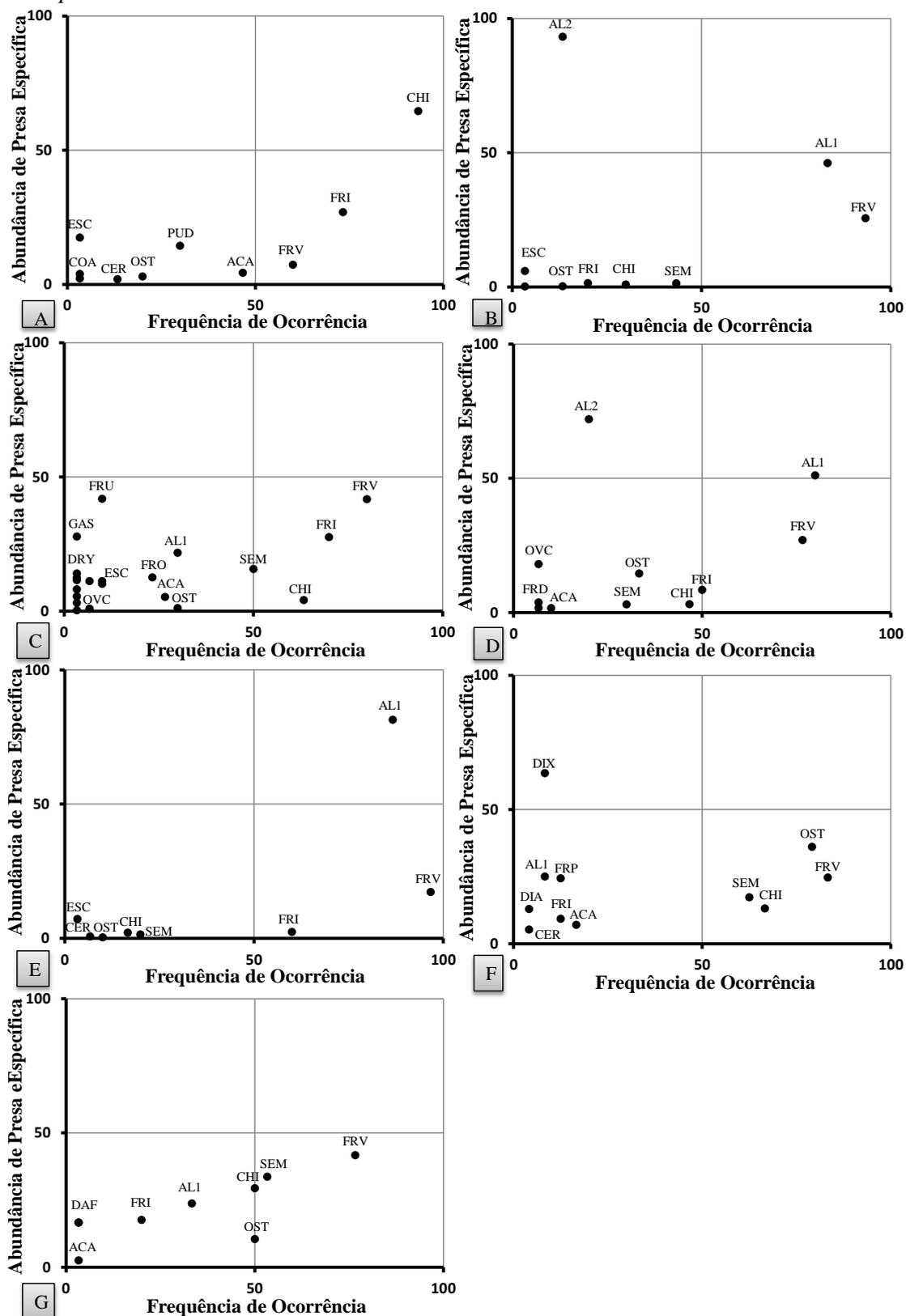
Na poça II, não houve um item dominante na dieta das populações de *S. heterodon* e *S. piaba* (Figura 6 F e G). Uma pequena parcela da população de *S. heterodon* especializou-se em Dixidae (alto BPC) enquanto o restante não se especializou em nenhum item alimentar exibindo alto WPC. Todos os itens consumidos pela população de *S. piaba* tiveram *PI* abaixo de 50%, alto WPC. Todas as espécies da poça I tiveram valores significativos de especialização individual (Tabela 4) enquanto na poça II apenas *S. heterodon* não apresentou especialização individual (Figura 2.7).

Tabela 4 Medidas de especialização individual na dieta das cinco espécies em ambas as poças.

Espécie	IS		Levin's		Overlap		
	Poça	Valor de IS	P-valor	Riqueza/ recurso	Valor D de recurso	Sobreposição de pares significativos	Dissimilaridade média de pares
<i>P. calverti</i>	1	0.5384494	0.001	8	2.408732	0.3989687	0.6010313
<i>C. Heterura</i>	1	0.4855655	0.001	7	2.942837	0.4793821	0.5206179
<i>A. bimaculatus</i>	1	0.4103431	0.001	20	4.460514	0.289249	0.710751
<i>S. heterodon</i>	1	0.5142006	0.001	9	3.106385	0.4132929	0.5867071
<i>S. piaba</i>	1	0.7776492	0.001	6	1.461159	0.6575026	0.3424974
<i>S. heterodon</i>	2	0.5562232	0.725	9	4.117609	0.4480683	0.5519317
<i>S. piaba</i>	2	0.4985594	0.001	7	3.243552	0.3771192	0.6228808

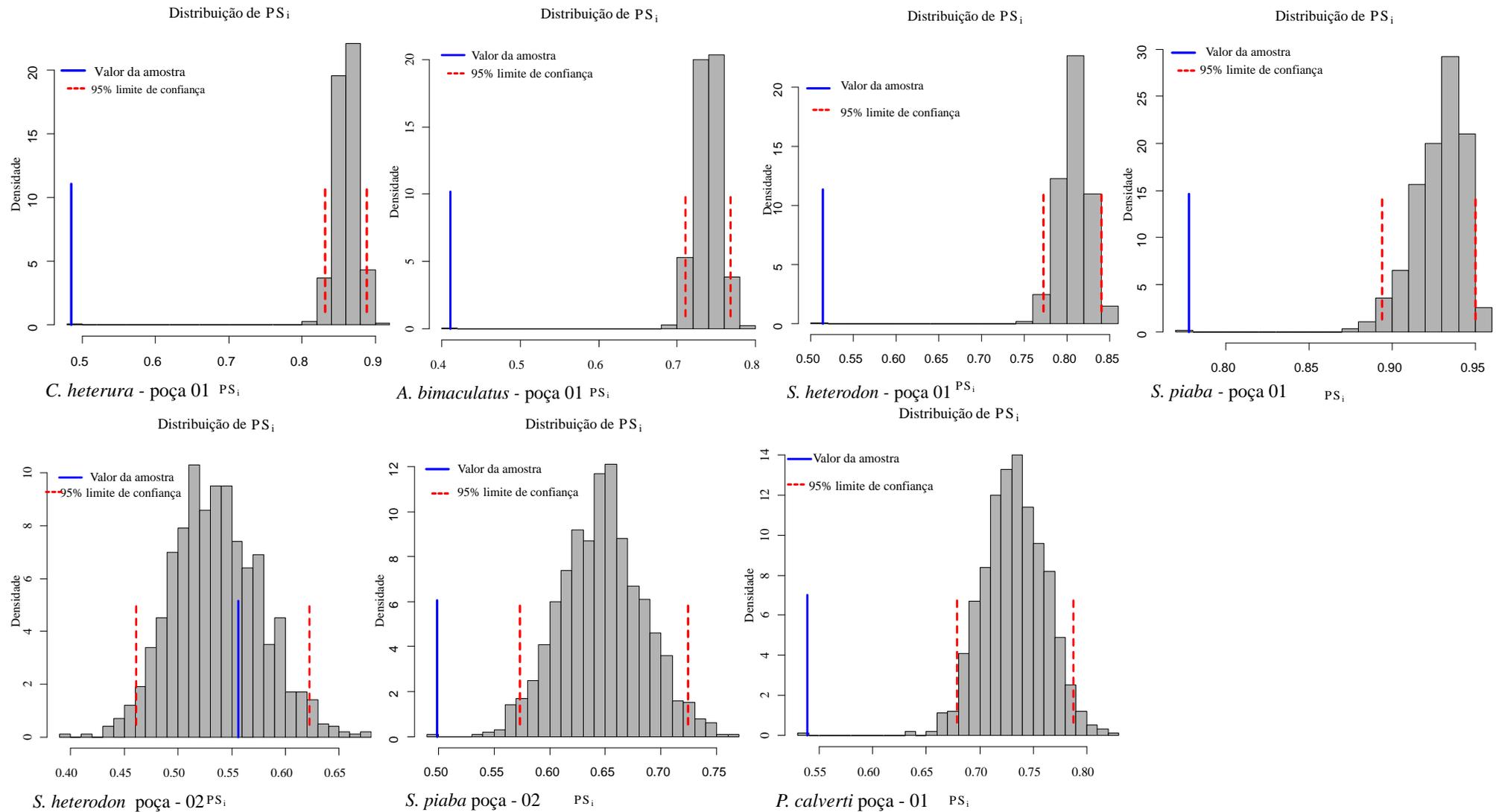
Fonte: Keilo Teixeira

Figura 6 Análise gráfica de Amundsen (1996) evidenciando as estratégias alimentares adotadas pelas espécies nas poças I e II: A= *Phenacogaster calverti* poça I, B= *Compsura hehrura* poça I, C= *Astyanax aff. bimaculatus* poça I, D= *Serrapinnus heterodon* poça I, E= *S. piaba* poça I, F= *Serrapinnus heterodon*.



Fonte: Keilo Teixeira

Figura 7 Histogramas de distribuição dos valores de especialização individual (IS), valores obtidos pelo procedimento de simulação de Monte Carlo. Linhas vermelhas verticais tracejadas mostram os intervalos de confiança de 95% da distribuição simulada.



6 DISCUSSÃO

O número de itens consumidos (26 itens pertencentes a 10 ordens e 13 famílias) é menor do que o observado em outros estudos sobre dieta da família Characidae (Lampert *et al.*, 2003; Graciolli *et al.*, 2003). O baixo número de itens consumidos pode ser dado por tratar-se de poças temporárias no centro do leito do rio e distante da vegetação ciliar. Além disso, falta de chuvas também favorece redução da disponibilidade de alimentos para peixes (Closs; Lake, 1994; Boulton, 2003). Além disso, mudança nas condições abióticas em combinação com a falta de fluxo pode limitar a abundância de macroinvertebrados (Christian; Adams, 2014), ao passo que a luminosidade intensa favorece o crescimento vegetal (Medeiros *et al.*, 2010a).

A predominância de itens autóctones na dieta das espécies corrobora outros estudos sobre dieta de Characidae realizados em rios do semiárido (Gurgel *et al.*, 2005; Dias; Filho, 2009; Silva *et al.*, 2010). Apesar da dieta de peixes em ecossistemas tropicais ser predominantemente alóctone (Lowe-McConnell 1999), este padrão pode não ser comum rios intermitentes do semiárido brasileiro, principalmente em poças temporárias rasas onde a baixa turbidez permite rápido crescimento de algas e plantas aquáticas (Medeiros *et al.*, 2010a). Neste tipo de habitat, o recurso mais importante para dieta de peixes vem de fontes aquáticas, e não terrestres (Medeiros *et al.*, 2010).

Neste estudo *P. calverti* foi classificada como carnívora (insetívora devido ao alto consumo de Chironomidae). Esse é o primeiro estudo publicado sobre o comportamento alimentar dessas espécies, porém, dados não publicados (Pereira, 2014) indica uma elevada plasticidade tróficas de *P. calverti* e um consumo considerável material vegetal. As demais espécies residentes na poça I (*A. aff. bimaculatus*, *C. heterura*, *S. heterodon* e *S. piaba*) tiveram predomínio de itens vegetais na dieta. *A. aff. bimaculatus* teve a dieta com maior número de itens entre as espécies estudadas. O número e o tipo de recursos consumidos por *A. aff. bimaculatus* está de acordo com outros estudos realizados com espécies deste gênero em rios intermitentes no Nordeste do Brasil (Silva, 2008; Mendes *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2010) e mesmo em rios perenes em região de Mata Atlântica (Mazoni *et al.* 2010; Manna *et al.*, 2012). Neste estudo, material vegetal e insetos aquáticos compuseram a maior parte da dieta de *A. aff. bimaculatus*, no entanto, esta espécie é categorizada em diversas guildas tróficas, sendo considerada generalista e oportunista com alta plasticidade trófica (Mazoni *et al.*, 2010). A dieta deste gênero é flexível às alterações físicas no ambiente (Wolff, *et al.*, 2009; Mazzoni *et al.*, 2010; Ferreira *et al.*, 2012) e pode mudar conforme a disponibilidade de recursos, fatores espaciais, temporais e ontogenéticos (Ferreira *et al.*, 2012; Manna *et al.*,

2012), o que também ocorre com outras espécies da família Characidae. No entanto, por ser uma população de poças temporárias pode estar sofrendo com as limitações de recursos. Além disso, peixes confinados em poças isoladas estão mais sujeitos à predação durante o forrageio o que os leva a consumir recursos em proporções diferentes da disponibilidade destes no meio, diferente do que ocorrem em fluxo contínuo (Christian; Adams, 2014).

As espécies da família Cheirodontinae (*C. heterura*, *S. heterodon*, *S. piaba*) consumiram predominantemente alga, corroborando outros estudos realizados com espécies deste táxon (Casatti *et al.*, 2003; Dias; Filho *et al.*, 2010). Dias Filho *et al.* (2010) sugere que o hábito alimentar das espécies desta subfamília mostra uma tendência à onivoria, com dieta semelhante que diferem, basicamente, na proporção e/ou na frequência com que são ingeridos. Dias Filho (2010) ao analisar a dieta de *C. heterura*, *S. heterodon* e *S. piaba* em um rio do semiárido nordestino, verificaram uma preferência alimentar destas espécies por itens de origem vegetal com uma contribuição significativa de algas. No presente estudo, *C. heterura* consumiu o maior volume de itens vegetais (Tabela 2). Insetos aquáticos foram bastante comuns na dieta de *S. heterodon* e *S. piaba* corroborando estudos com *Serrapinnus* (Dias; Filho, 2010; Alves *et al.*, 2011; Sousa *et al.*, 2011).

Verificou-se que quociente intestinal dos herbívoros foi maior que dos carnívoros corroborando padrão geralmente aceito na literatura (Barbieri *et al.*, 1994; Ward-Campbell *et al.*, 2005; Karachle; Stergiou, 2010). Ward-Campbell *et al.* (2005) considerou que o quociente intestinal abaixo um indicam dieta carnívora, entre um e três indicam dieta onívora e acima de três é indício de herbivoria ou detritivoria. No entanto, o QI de todas as espécies estudadas aqui foi abaixo de um independente do hábito alimentar. O QI de 0,49 de *P. calverti* corrobora com os valores propostos por Barbieri *et al.*, (1994); Ward-Campbell *et al.* (2005) para espécies carnívoras embora o QI dos herbívoros não esteja em concordância com a proposta destes autores. O QI das demais espécies (herbívoras/onívoras) é semelhante aos valores encontrados para pequenos Characidae herbívoros/onívoros (Wolff *et al.*, 2009 e Manna *et al.*, 2012). Este estudo sugere que o valor mínimo (três) estabelecido para QI de espécies herbívoras deve ser reavaliado.

O aumento no comprimento do intestino das populações de *S. heterodon* e *S. piaba* à medida que aumenta o consumo de itens vegetal pode ser explicado porque item de origem vegetal requer mais tempo para ser digerido (Randal, *et al.*, 1987). Drewe *et al.*, (2004); Tobler, (2008) verificaram que populações da mesma espécie que consomem menor quantidade de matéria vegetal exibem menor QI, em concordância com a hipótese que QI será maior quanto maior for a herbivoria. Um padrão semelhante foi verificado neste estudo.

Christian; Adams, (2014) verificaram que o comprimento do intestino trato gastrointestinal (TGI) também pode aumentar quando os recursos alimentares se tornam menos disponíveis para os indivíduos. Um maior TGI favorece o aumento na a quantidade de nutrientes absorvidos (Rios *et.al*, 2004), porém esse aumento gera um custo para ser mantido de modo que um peixe só irá investir energia em aumento o comprimento TGI se os benefícios compensarem os custos (Christian; Adams, 2014). A ingestão de maiores quantidades de alimentos para obtenção de nutrientes é necessária quando ocorre a redução dos recursos, mas caso estes recursos não estejam disponíveis, os peixes terão vantagem se aumentar o tamanho do TGI, apesar do custo adicional, (Siems; Sikes, 1998).

Para Barbieri *et al.* (1994), variações no comprimento do intestino podem ser compensadas por variação na área da mucosa intestinal o que explicaria a existência de algumas espécies herbívoras com intestino curto (como encontrado neste estudo) e carnívoras com intestino longo. Christian; Adams, (2014) verificou que peixes adicionam mais tecido no TGI quando alimentados com uma dieta nutricionalmente mais pobre. Esse achado reforça a hipótese defendida por Barbieri *et al.* (1994). Os dados aqui apresentados, sugerem que, apesar de ser um parâmetro útil, o quociente intestinal não pode ser utilizado como único parâmetro para determinar o hábito alimentar de uma espécie (Barbieri *et al.*, 1994; Becker *et al.*, 2010).

Neste estudo foi encontrada correlação entre a preferência alimentar e número de cecos pilóricos apenas entre *S. heterodon* e *S. piaba* (nas duas poças). Padrão semelhante foi encontrado por Drewe *et al.*, (2004) onde verificou que o número de cecos pilóricos diminui à medida que os indivíduos aumentam a herbivoria. Esse padrão não foi encontrado para as demais espécies do presente estudo. Sugere-se que mais estudos sejam realizados para esclarecer a real função dos cecos pilóricos nessas espécies assim como discutido também por Buddington; Diamond, (1986); Rotta, (2003); Drewe *et al.*, (2004). A variação no número desta estrutura entre indivíduos da mesma espécie foi relatada em outros estudos (Zavala-Camin, 1996); Seixas Filho *et al*, 2000; Rotta, 2003). Zavala-Camin, (1996); Drewe *et al.*, (2004) supõe que a função dos cecos seria de aumentar a área de absorção do intestino facilitando o aproveitamento deste nas porções iniciais do intestino além da síntese de alguns hormônios, porém, relação entre dieta e da estrutura e função, do piloro cecos é complexo e ainda pouco compreendidos (Drewe *et al.*, 2004). Este fornece indícios de que isso seja um padrão para todas as espécies estudadas aqui.

Quanto à estratégia alimentar adotada pelas espécies, todas as populações das duas poças (exceto *P. calverti*) são generalistas onde a maior parte dos membros da população

consume todos os recursos. No entanto, uma parcela das populações de *P. calverti*, *C. heterura*, *S. heterodon* e *S. piaba* da poça I apresenta itens dominantes em suas dietas com alguns membros da população se especializando em determinados, porém isso caracteriza hábitos generalista hábito (Amundsen *et al.*, 1996). Não houve item dominante na dieta de *A. aff. bimaculatus* o que reforça os resultados que indicam o hábito generalista (Mazzoni *et al.*, 2010; Rezende *et al.*, 2011; Manna *et al.*, 2012).

As diferentes estratégias adotadas pelas espécies favorecem a utilização de porções diferentes da gama de recursos disponível. Isso aumenta a pressão de seleção favorecendo adaptações por parte do indivíduo (Bolnick, 2001). Na poça II, uma pequena parcela da população de *S. heterodon* teve Dixidae como item dominante. Na dieta de *S. piaba* não houve itens dominantes indicando que a maioria dos indivíduos destas espécies utiliza vários tipos de recursos simultaneamente. Essa estratégia alimentar é vantajosa, pois indivíduos especialistas tornam-se vulneráveis quando os recursos não são mantidos e, portanto, nesta situação a estratégia generalista torna-se mais vantajosa (Abelha *et al.*, 2001).

Nenhuma das populações nas duas poças foi exclusivamente especialista. Dentro de uma mesma população há uma parcela dos indivíduos especializados com pouca ou nenhuma sobreposição no uso de recursos (alto BPC) e os indivíduos generalistas exploram uma vasta gama de recursos e possuem alta sobreposição alimentar (alto WPC) conforme indicado por Pianka, (1988) e Amundsen *et al.*, (1996) para populações generalistas. Em todas as populações, alguns indivíduos apresentam variação em seu próprio uso de recurso e uma conseqüente variação no uso dos recursos entre os indivíduos. A utilização de um subconjunto dos recursos por uma parcela da população pode ter várias implicações ecológicas e evolutivas, tal como amenizar a competição intraespecífica (Bolnick *et al.*, 2003).

As espécies da poça I mostraram altos valores de especialização individual o que favorece a sobrevivência e um aumento na amplitude de nicho trófico. Bolnick *et al.*, (2003) destaca a tendência geral por parte das populações em apresentar indivíduos especialistas com nichos estreitos compondo populações mais generalistas com nichos largos (Bolnick *et al.*, 2003). Na poça II, apenas *S. heterodon* não apresentou valores significativos de especialização individual (Figura 2.7) e isso pode estar relacionada com abundância dos recursos e a competição interespecífica, dado o tamanho diminuto da poça. Porém, de acordo com a teoria do forrageio ótimo, o indivíduo se especializará na presa que fornece a melhor relação custo-benefício. Contudo, caso essas presas preferenciais se tornem escassas, os consumidores adicionam baixo a sua dieta mais itens de “valor” energético mais e os indivíduos se tornam mais oportunistas (MacArthur; Pianka 1966). Em poças isoladas os peixes apresentam menor

sobreposição de nichos do que em poças conectadas (Christian; Adams, 2014). Isso indica que as interações competitivas forçam as espécies a partilhar os recursos alimentares. Desta forma, há um grau de especialização individual maior nas populações mais generalistas (Araújo *et al*, 2007) e como nichos mais estreitos embora especialistas tornam-se vulneráveis quando os recursos não são mantidos (Abelha et al., 2001).

7 CONCLUSÕES

As espécies estudadas são bons modelos para estudos de dieta em rios do semiárido. O padrão geral da dieta dessas espécies corrobora com padrão geral encontrado em ecossistemas de fluxos perenes ou mesmo barrado artificialmente. Porém, do ponto de vista individual, encontrou-se valores baixos comparado a regiões de estudo aonde o ambiente é mais constante, porém, condizentes com outros estudos realizados no semiárido. A forma como os itens alimentares estão distribuídos na dieta das espécies e o fato de uma parcela da população se especializar em determinadas itens, está de acordo com os pressupostos da teoria do forrageio ótimo e a hipótese de variação de nicho. A morfologia do trato digestório está associada à dieta de pelo menos duas das cinco espécies o que indica que estas espécies são capazes se adaptar para sobreviver em baixas condições de fluxo. A variação do O Quociente intestinal e o número de secos pilóricos conforme a preferência alimentar de algumas espécies e mesmo a variação intraespecífica nessas estruturas, são importantes achado para ciência.

7 PERSPECTIVAS FUTURAS

Como indicação é necessária avaliação de outras características morfológicas do trato gastrointestinal das espécies com ênfase na histologia do intestino e cecos pilóricos para compreender melhor a relação existente entre tais estruturas e a variação na dieta das espécies residentes em poças temporárias de rios intermitentes. Requer mais estudos também sobre quais itens tem maior grau de absorção pelas espécies além de estudos a longo para entender como as espécies respondem as condições de fluxo natural em rios intermitentes do semiárido.

REFERÊNCIAS

Abelha, Milza Celi Fedatto; Agostinho, Angelo Antonio; Goulart, Erivelto. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum*, Maringá, 23:425-434.

Albrecht, M.P.; Caramaschi, E. 2003. Feeding ecology of *Leporinus friderici* (Teleostei, Anostomidae) in the upper Tocantins river, central Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 1:53-60.

Alves, G. H. Z.; Tófoli, R. M.; Novakowski, G. C.; Hahn, N. S. 2011. Food partitioning between sympatric species of *Serrapinnus* (Osteichthyes, Cheirodontinae) in a tropical stream. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 33:153-159.

Amundsen, P. A.; Gabler, H. M.; Staldvik, F. J. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. *Journal Fish Biology*, 48: 607-614.

Angelescu, V. and Gneri, FS., 1949. Adaptaciones del aparato digestivo al regimen alimentício em algunos peces del Rio Uruguay del Rio de la Plata. *Revista del Instituto Nacional Investigacion de las Ciências Naturales*, 1:159-272.

Araújo, M. S.; Bolnick, D. I.; Layman, C. A. 2011. The ecological causes of individual specialisation. *Ecology Letters*, 14: 948-958.

Araújo, M.S.; Gonzaga, M. O. 2007. Individual specialization in the hunting wasp *Trypoxylon* (*Trypargilum*) *albonigrum* (Hymenoptera, Crabronidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 61: 855-1863.

Barbieri, Geraldo; Peret Alberto Cavalcante e Verani José Roberto., 1994. Notas sobre a adaptação do trato digestivo ao regime alimentar em espécies de peixes da região de São Carlos (SP). I. quociente intestinal. *Revista brasileira de biologia*, 54: 63-69.

Becker, AG; Gonçalves, JF; Garcia, LO; Behr, ER; Graça, DL; Filho, MK; Martins, T; Baldisserotto, B., 2010. Morphometric parameters comparisons of the digestive tract of four teleosts with different feeding habits. *Ciência rural*, 40: 862-866.

Bolnick, D. I.; Svanbäck, R.; Araújo, M. S.; Persson, L. 2007. Comparative support for the niche variation hypothesis that more generalized populations also are more heterogeneous. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 104:10075-10079.

Bolnick, D. I.; Svanbäck, R.; Fordyce, J. A.; Yang, L. H.; Davis, J. M.; Hulsey, C. D.; Forister M. L. 2003. The ecology of individuals: incidence and implications of individual specialization. *The American Naturalist*, 161: 1-28.

Bolnick, D. I.; Yang, L. H.; Fordyce, J. A.; Davis, J. M.; Svanbäck, R. 2002. Measuring individual-level resource specialization. *Ecology*. 83:2936-2941.

Borror, D.; DeLong, D.M. 2005. Study of insects. Thomson Learning Academic Resource Center, Belmont. coastal stream from south-east Brazil. *Brazilian journal of biology*, 72:919-928.

- Boulton, A. J. 2003. Parallels and contrasts in the effects of drought on stream macroinvertebrate assemblages. *Freshwater Biology*, 48:1173-1185.
- Buddington, Randal K; Jane w.; Chen e Jared diamond. 1987. Genetic and phenotypic adaptation of intestinal nutrient transport to diet in fish. *The Journal of physiology*, 393:261-281.
- Buddington, R. K.; Diamond, J. M. 1986. Aristotle revisited: The function of pyloric caeca in fish. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 83:8012-8014.
- Costa, A., Salvidio, S., Posillico, M., Matteucci, G., Cinti, B., & Romano, A. (2015). Generalisation within specialization: inter-individual diet variation in the only specialized salamander in the world, *nature*, 5:1-10.
- Casatti, L.; Mendes, H. F.; Ferreira, K. M. 2003. Aquatic Macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana reservoir, Paranapanema river, Southeastern Brazil. *Brazilian journal biology*, 63:13-222.
- Christian, J. M.; Adams G. L. 2014. Effects of pool isolation on trophic ecology of fishes in a highland stream. *Journal of Fish Biology*. 85:752-772.
- Closs, G. P.; Lake, P. S. 1994. Spatial and temporal variation in the structure of an intermittent-stream food web. *Ecological Monographs*, 64:1-21.
- Costello, M. J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, 36:261-263.
- Dias, T S.; Fialho, C. B. Biologia alimentar de quatro espécies simpátricas de Cheirodontinae (Characiformes, Characidae) do rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte. Feinsinger, P.; Spears, E. E. Poole, R.W. 1981. A simple measure of niche breadth. *Ecology*, 62:27-32.
- Drewe, K. E.; Horn, M.H.; Dickson K. A.; gawlicka.A. 2003. Insectivore to frugivore: ontogenetic changes in gut morphology and digestive enzyme activity in the characid fish *Brycon guatemalensis* from Costa Rican rain forest streams. *Journal of Fish Biology*, 64:890-902.
- Ferreira, Anderson; Gerhard, Pedro; Cyrino José E. P. 2012. Diet of *Astyanax paranae* (Characidae) in streams with different riparian land covers in the Passa-Cinco River basin, southeastern Brazil. *Série Zoologia*, 102:80-87.
- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, 2013 Disponível em: <<http://www.ceara.gov.br/index.php/municipios-cearenses/795-municipios-com-a-letra-i/#munic-pio-itapipoca>> último acesso em: 19/02/15.
- Gurgel, H. C. B.; Silva, N. B.; Lucas, F. D.; Souza, L. L. G. 2005, Alimentação da comunidade de peixes de um trecho do rio Ceará Mirim, em Umarari, Taipu, Estado do Rio Grande do Norte. *Acta Scientiarum Animal*, 27:29-233.
- Hahn, NS; Almeida, VLL.; Luz-Agostinho, KDG., 1997. Alimentação e ciclo alimentar diário de *Hoplosternum littorale* (Hancock) (Siluriformes, Callichthyidae) nas lagoas Guaraná e Patos da Planície do Alto Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14:57-64.

- Hyslop, E.J., 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17:411-429.
- Karachle, Paraskevi K.; Stergiou, Konstantinos. 2010. Intestine morphometrics of fishes: a compilation and analysis of bibliographic data. *Acta ichthyologica et piscatorial*, 40:45-54.
- Kawakami, E.; G. Vazzoler. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 29:205-207.
- Lake, P. S., 2000. Disturbance, patchiness, and diversity in streams. *Journal of North American Benthological Society*, 19: 573-592. Lake, P. S., 2003. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. *Freshwater Biology*, 48:1161-1172.
- Larned, S. T.; Datry, T.; Arscott, D. B.; Tockner, K., 2010. Emerging concepts in temporary-river ecology. *Freshwater Biology*, 55:717-738.
- Lowe-McConnell, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, Edusp. 536p.
- MacArthur, R. H.; Pianka, E. R. 1966. On optimal use of a patchy environment. *The American Naturalist*, 100:603-609.
- Malabarba, L. R. 2003. Subfamily Cheirodontinae (characins, tetra). In: Reis, R. E.; Kullander, S. O.; Ferraris Júnior, C. J. (Org.). Check list of the freshwater fishes of south and central america. *Edipucrs*, Porto Alegre. p. 104-169.
- Maltchik, L. 1999. Ecologia de rios intermitentes tropicais, pp 77-89. In: Perspectivas da limnologia no Brasil. Perspectivas da limnologia no Brasil (Marcelo L.M. Pompeo, eds.). São Luís: Gráfica e editora União.
- Maltchik, L.; Medeiros, E. S. F., 2006. Conservation importance of semi-arid streams in north-eastern Brazil: implications of hydrological disturbance and species diversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 16: 665-677.
- Manna, LR.; Rezende, CF.; Mazzoni, R. 2012. Plasticity in the diet of *Astyanax taeniatus* in a coastal stream from south-east Brazil. *Brazilian journal of biology*, 72:919-928.
- Matthews, W. J.; Marsh-Matthews, E. 2003. Effects of drought on fish across axes of space, time and ecological complexity. *Freshwater Biology*, 48:1232-1253.
- Manzoni, R.; Nery, L L.; Iglesias-Rio R., 2010. Ecologia e ontogenia da alimentação de *Astyanax janeiroensis* (Osteichthyes, Characidae) de um riacho costeiro do Sudeste do Brasil. *Biota Neotrop*, 10:53-60.
- Medeiros, E.S.F.; Maltchik, L. 2000. Influence of hydrological disturbance on reproduction of a fish community in an intermittent stream from Brazilian semiarid region. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*. 27: 906-911.
- Medeiros, E. S. F.; Ometto, Jenaipierre; Silva Daniele Jovem. 2010a. Isótopos estáveis indicam origens do carbono que mantem diversidade do ambiente aquático. *Ciência hoje*, 46:33-39.

Medeiros, E. S. F.; Silva, M.J.; Figueredo, B. R. S.; Ramos T. P. A.; Ramos, R. T. C. 2010b. Effects of fishing technique on assessing species composition in aquatic systems in semiarid Brazil. *Brazilian journal of biology*, 70: 255-262.

Mise, F T.; Fugi, R.; Pagotto, JPA.; Goulart, E.2013. The coexistence of endemic species of *Astyanax* (Teleostei: Characidae) is propitiated by ecomorphological and trophic variations. *Biota Neotropica*, 13:1-8.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: *Technical Books Editora*, 2010.

Peretti, D.; Andrian, I. F. 2008. Feeding and morphological analysis of the digestive tract of four species of fish (*Astyanax altiparanae*, *Parauchenipterus galeatus*, *Serrasalmus marginatus* and *Hoplias aff. malabaricus*) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian journal biology*, 68:671-679.

Polacik, M.; Harrod, C.; Blazek, R.; Reichard, M. 2013. Trophic niche partitioning in communities of African annual fish: evidence from stable isotopes. *Hydrobiologia*, 721: 99-106.

Porst, G.; Naughton, O.; Gill, L.; Johnston, P.; Irvine, K. 2012. Adaptation, phenology and disturbance of macroinvertebrates in temporary water bodies. *Hydrobiologia*, 696:47-62.

Randal K; Buddington; Jane w.; Chen e Jared diamond. 1987. Genetic and phenotypic adaptation of intestinal nutrient transport to diet in fish. *The Journal of physiology*, 393:261-281.

Relyea, R. A.; Auld, A. Predator- and competitor-induced plasticity: how changes in foraging morphology affect phenotypic trade-offs. *Ecology*, 86:1723–172.

Rezende, C. F.; Mazzoni, R., 2006. Contribuição da matéria autóctone e alóctone para a dieta de *Bryconamericus microcephalus* (Miranda-Ribeiro) (Actinopterygii-Characidae), em dois trechos de um riacho de Mata Atlântica, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23:58-63.

Rezende, C. F.; Mazzoni, R.; Caramaschi, E. P.; Rodrigues, D.; Moraes, M. 2011. Prey selection by two benthic fish species in the Mato Grosso stream, SaquaremaRJ, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 59:1697-1706.

Rios, F. S., Kalinin, A. L.; Fernandes, M. N.; Rantin, F. T. 2004. Changes in gut gross morphology of *Traira Hoplias malabaricus* (Teleostei, Erythrinidae) during long term starvation and after refeeding. *Brazilian Journal of Biology* 64:683-689.

Ross L. G. Martinez-palacios, C. A. Aguilarvaldez, M. A.C.; Beveridge, M. C. M.; chavezsanchezk, M. A.C. 2006. Determination of feeding mode in fishes: the importance of using structural and functional feeding studies in conjunction with gut analysis in a selective zooplanktivore *Chirostoma estor estor* Jordan 1880 *Journal of Fish Biology*, 68:1782-1794.

Rotta, M. A. 2003. Aspectos Gerais da Fisiologia e Estrutura do Sistema Digestivo dos Peixes Relacionados à Piscicultura. *Embrapa Pantanal*, Corumbá, MS, p49.

Ruppert, E. E.; Robert, D. B. 2005. Zoologia dos vertebrados. São Paulo, editora Roca 1028p.

Salvador-Jr, L.F; Salvador, G.N. e Santos, G.B. 2009. Morphology of the digestive tract and feeding habits of *Loricaria lentiginosa* Isbrücker 1979 (Loricariidae) in a Brazilian reservoir *Acta Zoologica* (Stockholm) 90:101-109.

Seixas-Filho, J. T. S.; Brás, J. M. Gomide, A. T. M.; Oliveira, M. G. Almeida.; Donzele, J. L. Menin, E. 2000. Anatomia Funcional e Morfometria dos Intestinos e dos Cecos Pilóricos do Teleostei (Pisces) de Água Doce *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849). *Revista brasileira de zootecnia*, 29:313-324.

Schoener, T. W. 1968. The Anolis lizards of Bimini: resource partitioning in a Siems, D. P.; Sikes, R. S. 1998 Tradeoffs between growth and reproduction in response to temporal variation in food supply. *Environmental Biology of Fishes*, 53: 319-329.

Silva, M. J.; Figueiredo, B. R. S.; Ramos, R. T. C; Medeiros, E. S. F., 2010. Food resources used by three species of fish in the semi-arid region of Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 8: 825-833.

Souza, W. D.; Silva, S. A. A.; Bilce, J. M. 2011. Dieta natural de *Serrapinnus kriegi* (schindler, 1937) (characidae: cheirodontinae) no córrego Ribeirão, Alto Tapajós, Brasil. *Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, 9:97-108.

Svanback, R.; Bolnick, D. 2007. Intraspecific competition drives increased resource use diversity within a natural population. *Proceedings of the Royal Society*, 274: 839-844.

Tobler, M.; Riesch, R. W.; Tobler, C. M.; Plath, M. 2009. Compensatory behaviour in response to sulphide-induced hypoxia affects time budgets, feeding efficiency, and predation risk. *Evolutionary Ecology Research*, 11: 935 - 948.

Tobler, M. 2008. Divergence in trophic ecology characterizes colonization of extreme habitats. *Biological Journal of Linnean Society*, 95:517-528.

Uieda, V. S.; Pinto, T. L. F. 2011. Feeding selectivity of ichthyofauna in a tropical stream: space-time variations in trophic plasticity. *Community Ecology*, 12:31-39.

Ward-Campbell, B. M. S.; beamish, F. W. H.; C. Kongchaiya. 2005. Morphological characteristics in relation to diet in five coexisting Thai fish species. *Journal of Fish Biology*, 67:1266-1279.

Wolff, Luciano Lazzarini; Abilhoa, Vinícius; Rios Flavia Sant'Anna; Donatti, Lucélia. 2009. Spatial, seasonal and ontogenetic variation in the diet of *Astyanax aff. fasciatus* (Ostariophysi: Characidae) in an Atlantic Forest river, Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7: 257-266.

Zavala-Camin, L. A. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes *Maringá: EDUEM*, 129 p.

APÊNDICES

Apêndice A. Frequência volumétrica (FV%), frequência de ocorrência (FO%) e índice alimentar (IAI%) de *P. calverti*, *C. heterura*, *A. aff. bimaculatus*, *S. heterodon* e *S. piaba* na poça I do rios Mundaú, Ceará, Brasil.

	Poça I			<i>C. heterura</i>			<i>A. aff. bimaculatus</i>			<i>S. heterodon</i>		<i>S. piaba</i>			
	<i>P. calverti</i>			FV%	FO%	IAI%	FV%	FO%	IAI%	FV%	FO%	IAI%	FV%	FO%	IAI%
Origem vegetal															
Alga 1	0	0	0	39,25	83,33	54,72	9,83	30	5,21	45,7	80	60,22	80,7	86,66	79,83
Alga 2	0	0	0	35,88	13,33	8	0	0	0	22,88	20	7,53	0	0	0
Fragmento vegetal	5,18	60	3,81	23,35	93,33	36,46	37,91	80	53,65	19,81	76,66	25,02	17,16	96,66	18,94
Fruto	0	0	0	0	0	0	7,46	10	1,32	0	0	0	0	0	0
Semente	0	0	0	0,72	43,33	0,52	9,38	50	8,29	0,76	30	0,37	0,13	20	0,03
Origem animal															
Sarcoptiformes															
Acaridae	2,26	46,66	1,29	0	0	0	1,82	26,66	0,86	0,11	10	0,01	0	0	0
Diptera															
Ceratopogonidae	0,2	13,33	0,03	0,007	3,33	0,0004	0,21	3,33	0,01	0	0	0	0,05	6,66	0,004
Chironomidae	63,68	93,33	72,94	0,26	30	0,13	3	63,33	3,36	1,64	46,66	1,26	0,18	16,66	0,03
Diptera adulto	0	0	0	0	0	0	1,13	10	0,20	0	0	0	0	0	0
Dixidae	0	0	0	0	0	0	0,85	3,33	0,05	0	0	0	0	0	0
Fragmento de diptera	0	0	0	0	0	0	0,37	3,33	0,02	0	0	0	0	0	0
Pupa de diptera	5,18	30	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cladocera															
Daphniidae	0	0	0	0	0	0	0,23	3,33	0,01	0	0	0	0	0	0
Coleoptera															
Bruchidae	0	0	0	0	0	0	0,14	6,66	0,01	1,18	6,66	0,13	0	0	0
Coleoptera adulto	0,29	3,33	0,01	0	0	0	0	0	0	0,66	6,66	0,07	0	0	0
Dryopidae	0	0	0	0	0	0	0,42	3,33	0,02	0	0	0	0	0	0
Hemiptera															
Corixidae	0	0	0	0	0	0	0,61	6,66	0,07	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera															
	0	0	0	0	0	0	0,14	3,33	0,008	0	0	0	0	0	0

Hymenoptera

Formicidae	0	0	0	0	0	0	3,45	23,33	1,42	0	0	0	0	0	0
Isoptera															
Termitidae	0	0	0	0	0	0	0,09	6,66	0,01	0	0	0	0	0	0
Gastropoda	0	0	0	0	0	0	0,18	3,33	0,01	0	0	0	0	0	0
Ostrácoda	0,56	20	0,13	0,04	13,33	0,01	0,51	30	0,27	1,4	33,33	0,77	0,02	10	0,002
Outros															
Escama	0,5	3,33	0,02	0,07	3,33	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fragmento de tecido de peixe	0	0	0	0	0	0	0,009	3,33	0,0005	0	0	0	0	0	0
Fragmento de inseto	22,02	73,33	19,82	0,37	20	0,12	19,99	70	24,75	5,51	50	4,53	1,67	60	1,14
Ovo calcificado	0,08	3,33	0,003	0	0	0	2,17	10	0,38	0,27	6,66	0,03	0,05	3,33	0,002

APÊNDICE B.

Frequência volumétrica (FV%), frequência de ocorrência (FO%) e índice alimentar (IAI%) de *S. heterodon* e *S. piaba* na poça II do rio Mundaú, Ceará, Brasil.

Poça II	<i>S. heterodon</i>		<i>S. piaba</i>			
	FV%	FO%	IAI%	FV%	FO%	IAI%
Origem vegetal						
Alga 1	3,43	8,33	0,45	10,81	33,33	6,33
Alga 2	0	0	0	0	0	0
Fragmento vegetal	24,25	83,33	32,1	37,7	76,66	50,8
Fruto	0	0	0	0	0	0
Semente	14,41	62,5	14,31	19,39	53,33	18,17
Origem animal						
Sarcoptiformes						
Acaridae	1,67	16,66	0,44	0,22	3,33	0,01
Cladocera						
Daphniidae	0	0	0	0	0	0
Coleoptera						
Bruchidae	0	0	0	0	0	0
Coleoptera adulto	0	0	0	0	0	0
Dryopidae	0	0	0	0	0	0
Diptera						
Ceratopogonidae	0,38	4,16	0,02	0	0	0
Chironomidae	9,76	66,66	10,33	19,49	50	17,13
Diptera adulto	1,14	4,16	0,07	0	0	0
Dixidae	9,15	8,33	1,21	0	0	0
Fragmento de diptera	0	0	0	0,13	3,33	0,008
Pupa de diptera	0	0	0	0	0	0
Hemiptera						
Corixidae	0	0	0	0	0	0
<i>Ephemeroptera</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Hymenoptera</i>						
Formicidae	0	0	0	0	0	0
Isoptera						
Termitidae	0	0	0	0	0	0
Gastropoda						
	0	0	0	0	0	0
Ostrácoda						
	32,03	79,16	40,28	6,24	50	5,49
Outros						
Escama	0	0	0	0	0	0
Fragmento de peixe	2,21	12,5	0,43	0	0	0
Fragmento de inseto	1,54	12,5	0,3	5,74	20	2,02
Ovo calcificado	0	0	0	0,22	3,33	0,01