



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**  
**DEPARTAMENTO DE SISTEMÁTICA E ECOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ALIMENTAÇÃO DE *Potamotrygon signata* E  
*Potamotrygon orbignyi* (CHONDRICHTHYES:  
POTAMOTRYGONIDAE) NA BACIA DO RIO PARNAÍBA**

**GUILHERME MORO**

**Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Souza Rosa**

**João Pessoa – Paraíba**

**Agosto/2010**

**GUILHERME MORO**

**ALIMENTAÇÃO DE *Potamotrygon signata* E  
*Potamotrygon orbignyi* (CHONDRICHTHYES:  
POTAMOTRYGONIDAE) NA BACIA DO RIO PARNAÍBA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Zoologia – da Universidade Federal da Paraíba – UFPB - como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas – Zoologia.

**Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Souza Rosa**

**João Pessoa – Paraíba**

**Agosto/2010**

M867a Moro, Guilherme.

Alimentação de *Potamotrygon signata* e *Potamotrygon orbignyi* (Chondrichthyes: potamotrygonidae) na bacia do rio Parnaíba / Guilherme Moro.- João Pessoa, 2010.

86f. : il.

Orientador: Ricardo de Souza Rosa

Dissertação (Mestrado) – UFPB/CCEN

1. Zoologia. 2. Ecologia de peixes – avaliação – conteúdo estomacal. 3. Endemismo. 4. Potamotrigonídeos. 5. Bioma caatinga.

UFPB/BC

CDU: 59(043)

**GUILHERME MORO**

**ALIMENTAÇÃO DE *Potamotrygon signata* E  
*Potamotrygon orbignyi* (CHONDRICHTHYES:  
POTAMOTRYGONIDAE) NA BACIA DO RIO PARNAÍBA**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Ricardo de Souza Rosa (UFPB)

-Orientador-

---

Dra. Patrícia Charvet (SENAI-PR)

-Examinadora Externa-

---

Dr. Robson Tamar da Costa Ramos (UFPB)

-Examinador Interno-

---

Dra. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva (UFPB)

-Suplente-

***Dedico este trabalho aos meus pais, Joceli e Gersel por sempre acreditarem em mim e me apoiarem.***

***E a Gabriela, por todo companheirismo e paciência.***

***“Se deu mal na praia:  
menino distraído  
pisa numa arraia”***

**Anibal Beça  
(Poeta Amazonense)**

## AGRADECIMENTOS

À coordenação do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) da Universidade Federal da Paraíba, na pessoa de Dr. Robson Tamar da Costa Ramos e Dr<sup>a</sup> Irecê de Lucena Rosa;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de uma bolsa durante meu mestrado;

Ao meu orientador Dr. Ricardo de Souza Rosa, pelo apoio, sugestões, críticas, amizade e acima de tudo, ter aceitado me orientar e depositado confiança em meu trabalho;

À Dr<sup>a</sup>. Patricia Charvet por ter grande participação na realização desse trabalho, sem toda sua ajuda teria sido mais difícil. Obrigado pela amizade e por me “adotar”, cientificamente falando;

Ao amigo e parceiro de coleta Telton Anselmo Ramos, por toda sua incansável colaboração e confiança. Talvez os resultados alcançados nesse trabalho não teria sido o mesmo sem sua ajuda;

Aos que me acompanharam nas coletas: Márcio, Patricia, Airton e Robson;

A todos os pescadores que colaboraram na captura dos exemplares: “Zé Pé de pato”, Carlinhos, em especial ao “Cabloco Pescador” e seu filho Fábio, por sempre nos receber muito bem;

Aos pesquisadores que trocaram informações ou sugestões sobre raias de água doce: Maurício Pinto de Almeida, Domingos Garrone Neto e Getúlio Rincón;

A todos os professores do departamento que permitiram assistir as aulas de zoologia na graduação e contribuíram para meu ingresso no mestrado: Tarcisio, Carmen, Celso, Ademar, Robson, Ricardo e Alexandre;

A todos os professores do mestrado, por terem passado conhecimentos tão valiosos durante as aulas: Ricardo, Robson, Irecê, Martin, Alexandre e Ana Carolina;

Aos funcionários da secretária do Programa de Pós-graduação em Ciências (Zoologia) da Universidade Federal da Paraíba pela ajuda nesses dois anos: Saulo, Oscar e Glória;

Ao laboratório de ecologia aquática, em especial ao Leonardo, por ter cedido a balança e me ajudado na pesagem dos itens alimentares;

Ao professor Luiz, por ajudar identificação das larvas de Diptera;

Ao laboratório de invertebrados “Paulo Young”, em especial Telma, Joafrancio e Anne, por ajudar na identificação dos itens;

Aos amigos que ingressaram na seleção 2008.2: Gabi, Manú, Jana, Júlia, Newton e Danilo;

Aos amigos do laboratório de ictiologia pelas conversas descontraídas e de alguma forma colaboraram com o trabalho: Cris, Paulinha, Camila, Danilo, Luciana, Soninha, Stefane, Daniel e Telton;

Aos grandes amigos de curso que tornaram os dias de minha vida mais divertidos: Felipe, Samuca, Telton, Guga, Paulinha, Pam, Virginia, Flávia, Bruno, Ludmilla, Airton, Aninha, Josias, César, Camila, Cinthia, Hugo, Jerusalinsk, Tarsila, Gabi<sup>1</sup>, Tacy, Aline, Fafa, Ana Karla, Dani, Ricardo, Mineiro, Patrício, Ariel, João Pedro, etc. Sinceras desculpas se esqueci de alguém;

Aos professores, pela amizade e conversas externas: Rita, Douglas, Languth, Daniel, Gustavo, Celso, Ricardo, Robson, Irecê e Carmen;

Aos fiéis amigos de infância: PV, Vinel, Fernando, Fael (*in memorian*), Will, Dede, Rick e Rodrigo;

Aos meus grandes amigos do tempo da universidade, que mesmo longe, sempre continuaram fazendo parte da minha vida: Gú, Aline, Chopps, Bob, Lú, Júnior, Bona, Spigão, Luana, Mineiro (André), Zildo, Zilda, Vó e Bruna;

Ao pessoal do LARGEA, meu antigo laboratório: Déia, PK, Elza, Flávio, Márcia, Roberto, Maria Carolina e Pedro;

A todas pessoas queridas que fazem parte da minha vida em Piracicaba, em especial: Cris, Cidinho, Felipe, Lê, Daniel, Lê e as recém chegadas, Valentina e Agatha;

Aos meus queridos e inesquecíveis avôs: Toninho, Estér (*in memorian*), Maria (*in memorian*) e Gê (*in memorian*). Em especial a vó Estér e ao vô Gê, minhas desculpas por não estar presente quando vocês partiram, porém, me deram força para continuar;

Ao meu irmão Henrique e sua namorada Tati. Mesmo longe sempre trouxe vocês no meu coração;

Aos meus amados pais, Joceli e Gersel. Obrigado por acreditarem no meu potencial e fazerem com que esse mestrado tornasse realidade. Sem vocês, isso não teria graça;

A minha namorada Gabi, por sempre estar do meu lado em todos os momentos, me apoiando e motivando a continuar. Cinco anos de parceiragem!

A Deus e a toda força espiritual que me acompanha: Axé, pra quem é de Axé. Saravá, pra quem é de Saravá. Aleluia, pra quem é de Aleluia. Amém, pra quem é de Amém;

E a todos aqueles que não acreditaram em mim, permitindo assim levantar a cabeça e continuar tentando.

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	16
1.1 Alimentação de Peixes.....	16
1.2 Métodos de Análises da Alimentação de Peixes .....	16
1.3 Características Gerais da Família Potamotrygonidae .....	17
1.5 <i>Potamotrygon signata</i> Garman, 1913 .....	20
1.6 <i>Potamotrygon orbignyi</i> (Castelnau, 1855).....	22
2. Objetivos .....	24
2.1 Geral .....	24
2.2 Específicos.....	24
3. Caracterização da Área de Estudo.....	25
3.1 Geologia e Relevo.....	26
3.2 Clima.....	27
3.3 Vegetação.....	28
3.4 Ictiofauna .....	28
4. Material e Métodos.....	30
4.1 Locais de Amostragem .....	30
4.2 Procedimentos de Coleta.....	31
4.3 Análises de Conteúdo Estomacal .....	33
5. Resultados .....	36
5.1 Amostragem.....	36
5.2 Alimentação de <i>P. signata</i> e <i>P. orbignyi</i> .....	40
5.2.1 <i>Potamotrygon signata</i> .....	41
5.2.2 <i>Potamotrygon orbignyi</i> .....	54
5.2.3 <i>P. signata</i> x <i>P. orbignyi</i> .....	64
6. Discussão.....	65

6.1 Amostragem.....	65
6.2 Alimentação .....	66
7. Conclusões.....	75
8. Referências Bibliográficas .....	76
Apêndices.....	87

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Potamotrygon signata</i> (N° de campo: PS44 - fêmea, 281 mm LD e 492 mm CT).....	20
Figura 2. <i>Potamotrygon orbignyi</i> (N° de campo: PS31 – fêmea, 203 mm LD e 370 mm CT).....	22
Figura 3. Bacia hidrográfica do rio Parnaíba (modificado de SRH/MMA, 2006).....	25
Figura 4. Localidades das coletas realizadas no Estado do Piauí.....	31
Figura 5. Procedimentos de coleta: a- fotografando o dorso exemplar; b- Pesando; c- Verificando o comprimento total; d- Amarrando o estômago.....	32
Figura 6. Distribuição das larguras de disco de ambas as espécies.....	37
Figura 7. Distribuição das classes de largura de disco dos exemplares de <i>P. signata</i> .....	38
Figura 8. Distribuição das classes de largura de disco dos exemplares de <i>P. orbigny</i> .....	39
Figura 9. Aspecto da morfologia externa e interna do estômago, destacando a porção cardíaca (C) e pilórica (P): <i>P. signata</i> (A e B); <i>P. orbignyi</i> (C e D).....	40
Figura 10. Representação gráfica tridimensional da %IRI da dieta de <i>P. signata</i> , sendo D – Dominante; R – Raro (referente a presa); G – Generalista e S – Especialista (referente ao consumidor).....	47
Figura 11. Valores médios das categorias dos itens alimentares encontrados em <i>P. signata</i> em relação a frequência de ocorrência (n = 56).....	48

Figura 12. Valores médios das categorias dos itens alimentares encontrados em <i>P. signata</i> em relação ao número (n = 56).....	49
Figura 13. Valores médios das categorias dos itens alimentares encontrados em <i>P. signata</i> em relação ao peso (n = 56).....	49
Figura 14. Representação gráfica tridimensional da %IRI de fêmeas (A) e machos (B) de <i>P. signata</i> . D – Dominante; R – Raro (referente a presa); G – Generalista e S – Especialista (referente ao consumidor).....	51
Figura 15. Representação gráfica da porcentagem do Índice de Importância Relativa (%IRI) por maturidade e sexo verificado para o grupo dos insetos.....	52
Figura 16. Variação alimentar relativa do %N em fêmeas de <i>P. signata</i> ao longo do crescimento (n = 36).....	53
Figura 17. Variação alimentar relativa do %N em machos de <i>P. signata</i> ao longo do crescimento (n = 23).....	53
Figura 18. Variação alimentar relativa do %P em fêmeas de <i>P. signata</i> ao longo do crescimento (n = 36).....	54
Figura 19. Variação alimentar relativa do %P em machos de <i>P. signata</i> ao longo do crescimento (n = 23).....	54
Figura 20. Representação gráfica tridimensional da %IRI da dieta de <i>P. orbigny</i> , sendo D – Dominante; R – Raro (referente a presa); G – Generalista e S – Especialista (referente ao consumidor).....	60
Figura 21. Valores médios das categorias dos itens alimentares encontrados em <i>P. orbigny</i> em relação a frequência de ocorrência (n = 23).....	61
Figura 22. Valores médios das categorias dos itens alimentares encontrados em <i>P. orbigny</i> em relação ao número (n = 23).....	61
Figura 23. Valores médios das categorias dos itens alimentares encontrados em <i>P. orbigny</i> em relação ao peso (n = 23).....	62

Figura 24. Representação gráfica tridimensional da %IRI de fêmeas (A) e machos (B) de *P. signata*. D – Dominante; R – Raro (referente a presa); G – Generalista e S – Especialista (referente ao consumidor).....64

Figura 25. Representação gráfica da porcentagem do Índice de Importância Relativa (%IRI) por maturidade e sexo verificado para o grupo dos insetos em *P. orbigny*.....65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Localidades das coletas realizadas no Estado do Piauí.....	30
Tabela 2. Distribuição do número de exemplares por coleta.....	36
Tabela 3. Número e porcentagem dos exemplares capturados nas localidades das coletas realizadas no Estado do Piauí. Pi- Picos; Vp- Valença do Piauí; Sc- Santa Cruz dos Milagres; Ur- Uruçuí; Rg- Ribeiro Gonçalves.....	36
Tabela 4. Medidas morfométricas das espécies: comprimento total (CT); largura de disco (LD) e peso total (P).....	37
Tabela 5. Composição das capturas por espécie e sexo.....	38
Tabela 6. Composição das capturas por espécie e classe de maturidade sexual.....	39
Tabela 7. Nível de repleção observado nos estômagos de fêmeas e machos de <i>P. signata</i> (n = 59).....	42
Tabela 8. Nível de repleção observado nos estômagos de jovens e adultos de <i>P. signata</i> (n = 59).....	42
Tabela 9. Teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) pareado par aos níveis de repleção entre as categorias de sexo e maturidade de <i>P. signata</i> (n = 59).....	42
Tabela 10. Grau de digestão dos itens analisados de estômagos em <i>P. signata</i> (n = 2641).....	43
Tabela 11. Grau de digestão dos itens analisados de estômagos machos e fêmeas em <i>P. signata</i> (n = 2641).....	43
Tabela 12. Grau de digestão dos itens analisados de estômagos jovens e adultos em <i>P. signata</i> (n = 2641).....	44
Tabela 13. Lista taxonômica dos itens alimentares encontrado nos estômagos de <i>P. signata</i> (n = 56).....	45

Tabela 14. Composição da dieta de <i>P. signata</i> (n = 56), representados por Frequência Relativa de Ocorrência (%FO), Porcentagem Numérica (%N), Porcentagem em Peso (%P) e Índice de Importância Relativa (IRI e %IRI) para cada item alimentar.....	46
Tabela 15. Composição na dieta de fêmeas (n = 33) e machos (n = 23) de <i>P. signata</i> , representados por Frequência Relativa de Ocorrência (%FO), Porcentagem Numérica (%N), Porcentagem em Peso (%P) e Índice de Importância Relativa (IRI e %IRI) para os insetos.....	50
Tabela 16. Porcentagem do Índice de Importância Relativa (%IRI) calculados para o grupo dos insetos de <i>P. signata</i> por categoria de sexo e maturidade.....	51
Tabela 17. Teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para o Índice de Importância Relativa (IRI e %IRI).....	52
Tabela 18. Nível de repleção observado nos estômagos de fêmeas e machos de <i>P. orbigny</i> (n = 23).....	55
Tabela 19. Nível de repleção observado nos estômagos de jovens e adultos de <i>P. orbigny</i> (n = 23).....	55
Tabela 20. Teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) pareado par aos níveis de repleção entre as categorias de sexo e maturidade de <i>P. orbigny</i> (n = 23).....	56
Tabela 21. Grau de digestão dos itens analisados de estômagos em <i>P. orbigny</i> (n = 1021).....	56
Tabela 22. Grau de digestão dos itens analisados de estômagos fêmeas e machos em <i>P. orbigny</i> (n = 1021).....	57
Tabela 23. Grau de digestão dos itens analisados de estômagos jovens e adultos em <i>P. orbigny</i> (n = 1021).....	57
Tabela 24. Lista taxonômica dos itens alimentares encontrado nos estômagos de <i>P. orbigny</i> (n = 23).....	59

- Tabela 25. Composição da dieta de *P. orbigny* (n = 23) representados por Frequência Relativa de Ocorrência (%FO), Porcentagem Numérica (%N), Porcentagem em Peso (%P) e Índice de Importância Relativa (IRI e %IRI) para cada item alimentar.....59
- Tabela 26. Composição da dieta de fêmeas (n = 12) e machos (n = 11) de *P. orbigny*, representados por Frequência Relativa de Ocorrência (%FO), Porcentagem Numérica (%N), Porcentagem em Peso (%P) e Índice de Importância Relativa (IRI e %IRI) para os grandes grupos.....63
- Tabela 27. Porcentagem Índice de Importância Relativa (%IRI) calculados para o grupo dos insetos de *P. orbigny* por categoria de sexo e maturidade.....64
- Tabela 28. Teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para o Índice de Importância Relativa (IRI e %IRI) comparando as principais categorias alimentares por sexo e maturidade em *P. orbigny*.....64

## RESUMO

A avaliação da dieta, baseada na análise de conteúdo estomacal, já se tornou uma prática rotineira no estudo de ecologia de peixes. A família Potamotrygonidae, representada por todas as raias de água doce Neotropicais, é considerada a única família dos elasmobrânquios cujos membros estão totalmente restritos e adaptados a este ambiente. As coletas ocorreram nos meses de fevereiro, setembro, novembro de 2009 e abril de 2010 em localidades do Estado do Piauí. O conteúdo estomacal de 59 exemplares de *P. signata* (36 fêmeas e 23 machos) e 23 de *P. orbignyi* (12 fêmeas e 11 machos) foram analisados provenientes da bacia hidrográfica do rio Parnaíba. De todos os exemplares, de ambas as espécies, apenas *P. signata* apresentou 3 estômagos vazios. O nível de repleção 2 ( $\frac{1}{2}$  cheio) foi o mais representativo para *P. signata*, enquanto que para *P. orbignyi* foi o nível 1 ( $\frac{1}{4}$  cheio). A maioria dos itens alimentares de ambas as espécies apresentaram grau de digestão 3 (partes externas e massa muscular parcialmente digeridas). A identificação dos itens alimentares de *P. signata* indicou a presença de 13 ordens, incluindo insetos, crustáceos, moluscos e peixes. Contudo, a %IRI da espécie apontou uma preferência alimentar por larvas de Diptera (Chironomidae) e Ephemeroptera (Ephemeridae). *P. orbignyi* apresentou uma dieta menos diversa, incluindo apenas 3 ordens de insetos (Diptera, Ephemeroptera e Odonata), porém, também insetívora. Diferença nas dietas entre machos, fêmeas, jovens e adultos foram verificadas para ambas as espécies. De um modo geral, *P. signata* e *P. orbignyi* são de preferência insetívora.

## ABSTRACT

The evaluation of this diet, based on stomach content analysis, has already become routine practice in fish ecology studies. The family Potamotrygonidae, represented by all Neotropical fresh water sting rays, is considered the only eslamobranch family whose members are totally restricted and adapted to this environment. The samples were obtained in the months of February, September, November of 2009 and April of 2010, in the Parnaíba river basin. Therefore, the stomach content of 59 specimens of *P. signata* (36 females and 23 males) and the 23 examples of *P. orbignyi* (12 females and 11 males) were analysed from sites in the State of Piauí. Of all the examples collected of both species, only *P. signata* presented the 3 empty stomachs. The repletion level 2 (halfway full) was the most representative for *P. signata*, while in the mean time, *P. orbignyi* was level 1 ( $\frac{1}{4}$  full). Most food items for both species presented digestion level 3 (external parts and muscle mass partially digested). The identification of the food items for *P. signata* indicated the presence of 13 orders, including insects, crustaceans, molluscs and fish. However, the IRI% of the species showed a food preference for diptera (Chironomidae) and Ephemeroptera (Ephemeridae) larvae. *P. orbignyi* presented a much less diverse diet, including only 3 insects orders (diptera, ephemeroptera and odonata). Differences between males, females, youngs and adults diets were verified for both species. In a general, *P. signata* and *P. orbignyi* are preferably insectivorous.

## **1. Introdução**

### **1.1 Alimentação de Peixes**

Aspectos relacionados à alimentação e estratégias alimentares em peixes têm recebido atenção em estudos ictiológicos. Estudos sobre alimentação são de fundamental importância para compreender as relações tróficas do ambiente, com finalidade de tomar decisões e medidas conservacionistas para todo o ecossistema (Zavala-Camin, 1996).

Os recursos alimentares consumidos pelas mais diversas espécies de peixes podem ser de origem animal ou vegetal. Segundo Nikolski (1963), com relação a diversidade e predominância de itens alimentares nos estômagos, as espécies podem ser divididas em eurifágicas (consumidoras de vários itens alimentares), estenofágicas (poucos itens alimentares) ou monofágicas (um item predominante).

Mudanças na dieta de peixes podem ocorrer durante o desenvolvimento ontogenético. Variações alimentares favorecem a partilha de recursos, fator esse que é importante para a coexistência das diversas comunidades de peixes em um mesmo ambiente (Wootton, 1990) e reduz a competição entre os estágios ontogenéticos diferentes de uma mesma espécie.

### **1.2 Métodos de Análises da Alimentação de Peixes**

A avaliação da dieta, baseada na análise de conteúdo estomacal, já se tornou uma prática rotineira no estudo de ecologia de peixes (Hyslop, 1980). Todos os métodos aplicados a estudos de alimentação de peixes possuem suas vantagens e desvantagens, não existindo um método único de análise de conteúdo estomacal que verifique a importância do item alimentar (Windell, 1968; Pinkas *et al.*, 1971; Hyslop, 1980).

Apesar de existir outros trabalhos sobre alimentação de elasmobrânquios, Cortés (1997) fez uma revisão sobre alimentação em peixes, baseada em métodos de análise de conteúdo estomacal, com um enfoque específico para este grupo. Este trabalho apontou várias recomendações para

pesquisas futuras, como, por exemplo, uma padronização do método de análise do conteúdo estomacal adotado, para que análises comparativas nos estudos com elasmobrânquios possam ser realizadas. Cortés (1997) recomendou, ainda, que o Índice de Importância Relativa (IRI), proposto por Pinkas *et al.* (1971), fosse usado e transformado em porcentagem (%IRI), além da utilização de sua representação gráfica em três dimensões.

Recentemente, Marion (2006) apresentou uma compilação dos métodos para análise de conteúdo estomacal de peixes, com ênfase nos Choncrichthyes. Segundo a autora, a combinação de métodos é relevante, visto que esta apresenta um resultado balanceado de informações qualitativas e quantitativas.

Outros autores (Pinkas *et al.*, 1971; Hyslop, 1980), após diversas revisões de métodos a serem aplicados, parecem chegar a um consenso de que mais de um tipo de índice deve ser empregado para que os resultados sejam significativos e apresentem menos vícios nas análises.

Aguiar & Valentin (2010) realizaram uma revisão dos métodos aplicados a biologia e ecologia alimentar de elasmobrânquios e destacam que os padrões encontrados em trabalhos com alimentação de tubarões e raias no Brasil estão de acordo com a literatura mundial. Porém, as raias de água doce são exceção, pois incluem insetos aquáticos como itens importantes na dieta das espécies.

### **1.3 Características Gerais da Família Potamotrygonidae**

Potamotrygonidae, representada por todas as raias de água doce, é considerada a única família dos elasmobrânquios cujos membros estão totalmente restritos e adaptados a este ambiente (Thorson *et al.*, 1983; Rosa, 1985; Charvet-Almeida *et al.*, 2002; Quijada, 2003). Considerada uma família monofilética (Carvalho *et al.* 2003), Potamotrygonidae têm sua distribuição restrita a algumas bacias hidrográficas da região Neotropical (Rosa, 1985).

Rosa (1985), em uma revisão da família Potamotrygonidae, forneceu caracteres diagnósticos fundamentais e descreveu de maneira padronizada as espécies contidas nesta família. O autor apontou a existência de três gêneros

válidos na região Neotropical (*Paratrygon*, *Plesiotrygon* e *Potamotrygon*), sendo *Paratrygon* e *Plesiotrygon* monoespecíficos, e *Potamotrygon*, politípico, e cerca de 19-22 espécies distribuídas nos três gêneros.

Desde a realização dessa revisão, novas espécies foram descritas e esse número tem aumentado. Rosa *et al.* (2010) apresentaram uma lista contendo 30 espécies, embora algumas possivelmente ainda sejam sinonímias e necessitam ser reavaliadas.

Estas raias são encontradas nos maiores sistemas fluviais da América do Sul que drenam para o Atlântico ou para o Caribe (Compagno & Cook, 1995; Carvalho *et al.*, 2003). A maior diversidade de espécies é conhecida da região amazônica (Rosa, 1985).

Apesar do desenvolvimento recente dos estudos taxonômicos e filogenéticos do grupo das raias de água doce, a biologia básica, ecologia e a dinâmica populacional destes animais ainda continuam em sério descompasso com o desenvolvimento da taxonomia (Rincón, 2006). O número de trabalhos a respeito dos hábitos alimentares de raias da família Potamotrygonidae ainda é extremamente reduzido (Charvet-Almeida, 2001).

Estudos com alimentação de raias de água doce são relativamente recentes: Achenbach & Achenbach (1976), relataram as primeiras observações relacionada aos hábitos alimentares de raias de água doce no rio Paraná. Rosa *et al.* (1987), no trabalho de descrição de *Plesiotrygon iwamae*, identificaram a espécie como sendo predominantemente piscívora. Lasso *et al.* (1996), nos llanos venezuelanos, investigaram a dieta de duas espécies: *Paratrygon aiereba*, que apresentou uma preferência por peixes e camarões, e *Potamotrygon orbignyi*, insetívora.

No início século XXI, foram realizados trabalhos de grande importância para o entendimento da biologia das raias de água doce, os autores abordaram a alimentação de diversas espécies (Charvet-Almeida, 2001; Pântano-Neto, 2001; Pântano-Neto & Souza 2002; Charvet-Almeida *et al.*, 2005; Rodriguez, *et al.*, 2005; Charvet-Almeida, 2006; Lonardoni *et al.*, 2006; Rincón, 2006; Silva *et al.*, 2006; Silva & Uieda, 2007; Melo *et al.*, 2007; Shibuya *et al.*, 2007; Shibuya *et al.*, 2009; Garrone Neto, 2009; Almeida *et al.*, 2010).

Aguiar & Valentin (2010) destacam que, apesar do Brasil possuir numerosas publicações referentes aos potamotrygonídeos, os trabalhos são raramente contemplados em pesquisas internacionais e que parte dos trabalhos relacionados à alimentação está concentrada na literatura cinza, o que dificulta o acesso a essas informações. Portanto, os autores sugerem que estes trabalhos devem ser incentivados e seus resultados divulgados.

Além do conhecimento de que os potamotrygonídeos são completamente adaptados a água doce, a ecologia do grupo permanece praticamente desconhecida (Rosa *et al.*, 2010). Assim como todos os elasmobrânquios marinhos, os potamotrygonídeos apresentam uma baixa fecundidade, maturação tardia e crescimento lento. Além disso, a redução de habitat durante os períodos de águas baixas faz com que as espécies estejam mais vulneráveis nesse período (Araujo *et al.*, 2004).

O alto grau de endemismo encontrado nas raias de água doce é provavelmente devido à grande variação e subdivisão dos sistemas hidrológicos da América do Sul (Rosa *et al.*, 2010). Algumas raias endêmicas exigem condições específicas de habitat e apresentam uma pequena tolerância as alterações ambientais (Compagno & Cook, 1995).

A temperatura, pH e condutividade da água parecem ser os principais fatores físicos que influenciam a distribuição e ocupação do habitat pelas raias de água doce. Ainda, potamotrygonídeos podem ter sua distribuição limitada por altas salinidades (Rosa *et al.*, 2010).

As raias de água doce apresentam características fisiológicas únicas. Apesar de todos os potamotrygonídeos possuírem uma glândula retal, não são capazes de manter uma função excretora (Thorson, *et al.*, 1978). Contudo, algumas espécies toleram muito bem águas com alta salinidade (Charvet-Almeida, 2001; Almeida *et al.* 2009).

Potamotrygonídeos são encontrados em vários substratos, incluindo areia, lama, pequenos riachos rochosos, etc. (Araujo *et al.*, 2004; Charvet-Almeida, 2006; Rosa *et al.*, 2010). São encontrados em uma grande variedade de habitats, como perto de cachoeiras, corredeiras, cabeceiras de rio e represas formadas por construção de barragens (Rosa *et al.*, 2010).

Segundo Araújo *et al.* (2004), as raias de água doce são predadoras, estando no topo da cadeia alimentar. Contudo, Rincón (2006) afirma que os potamotrigonídeos apresentam uma alimentação de nível trófico intermediário e que somente algumas espécies são predadores de nível trófico superior. De um modo geral, se alimentam principalmente de invertebrados (insetos, moluscos, crustáceos e anelídeos) e vertebrados (peixes) (Rosa *et al.*, 2010).

Segundo Charvet-Almeida *et al.* (2005) e Rosa *et al.* (2010), todas as raias de água doce apresentam viviparidade matrotrófica como modo de reprodução, a fecundidade média uterina sendo de 1 a 8 embriões e o período de gestação variando a duração entre 3 a 12 meses.

### 1.5 *Potamotrygon signata* Garman, 1913

*Potamotrygon signata* (Figura 1) foi descrita do rio Parnaíba, município de São Gonçalo, Piauí. Conhecida como “raia do Parnaíba” devido à sua distribuição geográfica, a espécie é apontada como endêmica da bacia do rio Parnaíba (Rosa, 1985, Rosa *et al.*, 2003, Rosa *et al.*, 2010). Após a descrição original, apenas citações de ocorrência em listas sistemáticas foram registradas na literatura para a espécie.



Figura 1. *Potamotrygon signata* (N° de campo: PS44 - fêmea, 281 mm LD e 492 mm CT).

A falta de estudos mais consistentes relacionados à espécie pode ter gerado dados duvidosos em relação à sua distribuição geográfica. Menezes (1953) discordou dos registros obtidos por Fowler (1941 e 1948), que citam a

presença de *P. signata* no Estado no Ceará. O rio Parnaíba apresenta dois tributários que nascem no estado do Ceará, os rios Longá e Poti, sendo que neste último foi confirmada a ausência de raias de água doce em território cearense, pois a presença de quedas d'água impediria a ocorrência do grupo no estado no Ceará (Menezes, 1953).

Além disso, existem registros possivelmente errôneos da ocorrência de *P. signata* em outras bacias. Castex & Achenbach (1965) relataram a coleta de um exemplar de *P. signata* no rio Colastiné, na Argentina. Castex (1967) incluiu a bacia amazônica na distribuição geográfica da espécie. Bogotá-Gregory & Maldonado-Acampo (2006) e Mejía-Falla *et al.* (2007) apresentaram registros de ocorrência da espécie na Amazônia colombiana.

Araújo *et al.* (2004), avaliando o status de conservação das raias de água doce, apresentaram uma lista de diversas espécies exploradas pelo mercado de aquarofilia. *P. signata* é relatada como espécie ilegalmente exportada do Brasil.

A biologia de *P. signata* permanece desconhecida. Os poucos estudos existentes não traziam a espécie como principal objeto de estudo. Marques & Brooks (2003) e Marques *et al.* (2003) citam apenas parasitas encontrados na válvula pilórica da espécie. Ramos *et al.* (2007), realizaram um trabalho de percepção ecológica ambiental de raias de água doce no rio Canindé, um tributário do rio Parnaíba.

Recentemente, Wanderley (2009) realizou o primeiro estudo que gerou dados mais específicos sobre *P. signata*, sendo uma redescrição taxonômica e descrição da morfologia esquelética da espécie.

*P. signata* apresenta disco de formato subcircular. Os dentes relativamente pequenos, achatados e de formato poligonal nas fêmeas e nos machos imaturos, e cônicos e pontiagudos na maioria dos machos, podendo ser esbranquiçados ou escurecidos em ambos os sexos (Rosa 1985; Wanderley, 2009).

A espécie apresenta policromatismo, com a coloração da região dorsal variável, de fundo marrom-claro a marrom-escuro, com manchas marrom-alaranjadas relativamente escuras e irregulares ou vermiculares, ou ainda pequenos ocelos amarelos ou alaranjados, muito nítidos, com anel marginal

preto, distribuídos por toda região dorsal do disco, apresentando diferentes intensidades de abundância em diferentes exemplares (Wanderley, 2009; observação pessoal).

Um sulco labial discreto, coloração não reticulada e espinhos caudais numerosos e dispostos irregularmente diferenciam esta espécie de *P. orbignyi*. (Wanderley, 2009).

### 1.6 *Potamotrygon orbignyi* (Castelnau, 1855)

*Potamotrygon orbignyi* (Figura 2) foi descrita do rio Tocantins e apresenta ampla distribuição geográfica nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco, Tocantins-Araguaia, Apure e em rios do Suriname, Guiana e Guiana Francesa (Rosa, 1985).



Figura 2. *Potamotrygon orbignyi* (N° de campo: PS31 – fêmea, 203 mm LD e 370 mm CT).

Considerada uma espécie de habitat generalista e amplamente distribuída (Rosa *et al.*, 2010). Assim, diversos estudos abordando aspectos biológicos foram realizados com a espécie: Lasso *et al.* (1996), nos *llanos* venezuelanos, biologia geral; Charvet-Almeida *et al.* (2005), na Amazônia brasileira, aspectos reprodutivos; Charvet-Almeida (2006) no rio Xingu (PA), história natural e conservação; Rincón (2006), no rio Paraná (TO), alimentação e reprodução; Silva *et al.* (2006), no rio Xingu (PA), biologia alimentar.

*P. orbignyi* é uma espécie de pequeno e médio porte que apresenta um formato de disco subcircular e levemente oval. A coloração dorsal do fundo

varia dentre diversos tons de marrom, chegando a ser bem clara em exemplares juvenis. Esta espécie apresenta alto grau de policromatismo, sua superfície dorsal do disco são tons de marrom, podendo haver combinações em reticuladas escuras e/ou manchas irregulares de diferentes tamanhos (Charvet-Almeida, 2006; Rincón, 2006).

Apresenta boca protrátil, sulco labial desenvolvido e dentes extremamente pequenos, com a coroa triangular e levemente tricúspide, com coroa triangular e levemente monocúspide em machos e trapezóide tricúspide em fêmeas (Charvet-Almeida, 2006; Rincón 2006).

Assim, como não havia registro de ocorrência *P. orbigny* na bacia do rio Parnaíba e ausência de dados biológicos de *P. signata*, espécie endêmica da bacia, o presente estudo apresenta uma importância do ponto investigativo, levando em consideração os hábitos alimentares de ambas as espécies, gerando resultados inéditos.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Geral**

Descrever os hábitos alimentares de *Potamotrygon signata* e *Potamotrygon orbignyi* na bacia do rio Parnaíba.

### **2.2 Específicos**

Avaliar qualitativa e quantitativamente os itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal da *P. signata* e *P. orbignyi*;

Verificar possíveis variações na alimentação entre fêmeas e machos de ambas as espécies;

Verificar possíveis variações na alimentação entre jovens e adultos de ambas as espécies.

### 3. Caracterização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Parnaíba (Figura 3) configura-se como uma das mais importantes da região nordeste do Brasil, ocupando uma área de 344.112 km<sup>2</sup> (3,9% do território nacional) e drena quase a totalidade do Estado do Piauí (99%), parte do Maranhão (19%) e Ceará (10%). A bacia se estende entre os estados do Maranhão e Piauí, fazendo fronteira entre os dois estados em toda a sua extensão, apresenta 143 tributários do lado do Piauí e 74 do lado do Maranhão (SRH/MMA, 2006).



Figura 3. Bacia hidrográfica do rio Parnaíba (modificado de SRH/MMA, 2006).

A região hidrográfica do Parnaíba é dividida em três grandes Sub-bacias: o alto Parnaíba, que se estende das nascentes até a barragem de Boa Esperança; o médio Parnaíba, desta barragem até a foz do rio Poti, em Teresina; e o baixo Parnaíba, da foz do rio Poti até o Oceano Atlântico. O rio Parnaíba apresenta uma extensão de aproximadamente 1700 km, tendo seus principais afluentes os rios Balsas, Gurguéia, Piauí, Canindé, Poti e Longá (SRH/MMA, 2006; Rosa *et al.*, 2003).

### **3.1 Geologia e Relevo**

A configuração espacial da região hidrográfica do Parnaíba é um reflexo de sua compartimentação geotectônica que, por sua vez, controla os aspectos morfológicos, pedológicos e a organização da drenagem. A região encontra-se instalada em duas grandes unidades estruturais: o escudo Cristalino (cerca de 15% da área) e a bacia sedimentar do Parnaíba (85%). Caracterizada principalmente por sedimentos de cobertura do Cenozóico (areias e argilas), rochas sedimentares do Mesozóico e Paleozóico (arenitos e argilitos) e rochas Pré-Cambrianas (gnaises, granitos e migmatitos) (SRH/MMA, 2006).

A região está inserida em três províncias geológicas: Parnaíba, Borborema e São Francisco Norte, sendo a província do Parnaíba a que ocupa a maior parte da região. A província do Parnaíba ocupa parte das regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste do Brasil e encontra-se instalada na porção oriental da plataforma Sul-Americana (PLANAP, 2006).

Nas bordas das porções nordeste, leste, sudeste e sudoeste encontram-se rochas do Proterozóico e do Arqueano, constituindo maciços medianos. O oeste é separado do Cráton Amazônico pela geoestrutura Tocantins-Araguaia; o norte, da bacia de Barreirinhas, pelo arco Ferrer-Urbano Santos e, o sul da bacia de São Francisco, pelo arco de São Francisco. Esses arcos são constituídos de metamórficos de baixo a médio grau, compondo faixas de dobramentos do Proterozóico Médio-Superior (SRH/MMA, 2006).

O relevo da bacia é definido pela estrutura geológica, com vales inseridos entre chapadas e chapadões (tabuleiros) e com altitudes inferiores a 1.300 m. A região hidrográfica do Parnaíba tem como divisor de águas, no

limite sul, a serra da Tabatinga, que a separa da região Hidrográfica do São Francisco. No limite sudoeste, faz fronteira com a bacia do Tocantins e os seus divisores a leste (serra Grande), e a Oeste (serra das Alpercatas) a separam de outras unidades hidrográficas da vertente Nordeste (SRH/MMA, 2006; PLANAP, 2006).

### 3.2 Clima

O clima na região é classificado em quatro classes diferenciadas: semi-árido (pluviometria inferior a 700 mm); semi-árido a sub-úmido (pluviometria entre 1000 a 1300 mm); sub-úmido a úmido (pluviometria entre 1300 a 1500 mm); e úmido (pluviometria superior a 1500 mm) (PLANAP, 2006). A temperatura média da região é de 27°C, a precipitação anual média é de 1726 mm/ano e a evapotranspiração anual média é de 1517 mm/ano (SRH/MMA, 2006; PLANAP, 2006).

Segundo SRH/MMA (2006) a classificação climática de Köppen da região é dividida em três tipos: (i) megatérmico chuvoso (variação AW'): quente e úmido, com chuvas entre fevereiro e maio e com temperaturas mais baixas nos meses de março e abril, ocorrendo na região litorânea e no baixo Parnaíba; (ii) semi-árido (variedade BS): caracterizado por temperaturas elevadas e estáveis, superiores a 18°C, baixas precipitações médias anuais com distribuição irregular durante o ano, correspondendo às áreas de caatinga hiperxerófitas; e (iii) variedade do clima AW', o BSw', que é do tipo semiárido e se caracteriza por possuir uma curta estação chuvosa no verão.

Os sistemas climáticos que atuam na região, responsáveis pela ocorrência das precipitações pluviométricas, são a Zona de Convergência Inter-Tropical (ZCIT) e as Linhas de Instabilidade Tropical (LIT) provenientes da Amazônia Oriental. O "El Niño" e "La Niña" são fenômenos que ocorrem com frequência e com intensidades variáveis influenciando as condições de clima na região nordeste, diminuindo ou aumentando os totais de chuva, respectivamente (SRH/MMA, 2006).

### 3.3 Vegetação

Com clima semi-árido, as precipitações chegam até 700 mm, a vegetação é considerada xerófita, característica da Savana Estépica (Caatinga). Nas áreas com pluviosidade entre 700 e 1.000mm, estão presentes a Floresta Estacional Decidual e áreas de Tensão Ecológica Savana/Floresta Estacional e Savana Estépica/Floresta Estacional. O domínio fitoecológico da Savana (Cerrado) desenvolve-se na faixa de pluviosidade de 1.000 a 1.300 mm. (SRH/MMA, 2006; PLANAP, 2006).

Os principais biomas da região do Parnaíba são a Caatinga, que ocupa grande parte das Sub-bacias do Piauí, Canindé, Poti e Parnaíba, e o Cerrado, que ocupa toda a Sub-bacia do Balsas e Alto Parnaíba, e a maior parte da Sub-bacia do Gurguéia. Dois ecótonos dividem as regiões de Cerrado com a Caatinga, na Sub-bacia do Gurguéia e Itaueiras entre a Caatinga e a Amazônia, principalmente na Sub-bacia do Longá e Parnaíba (SRH/MMA, 2006; PLANAP, 2006).

### 3.4 Ictiofauna

A ictiofauna rio Parnaíba começou a ser estudada por pesquisadores no século XIX, onde expedições foram realizadas nos anos de 1818 e 1819 por Johan von Spix e Karl von Martius (Papavero, 1971; Paiva & Campos, 1995). Em 1903, uma expedição organizada pela Academia de Ciências de Viena, chefiada pelo ictiólogo Franz Steindachner, também amostrou a bacia do Parnaíba (Olmos & Brito, 2007).

No século XX, estudos mais detalhados da ictiofauna da bacia hidrográfica do Parnaíba começaram a ser realizados. Fowler (1954) registrou 90 espécies no rio Parnaíba. Paiva (1978) indica de 80 a 100 espécies, no entanto, apresentando pouco endemismo na área. Rosa *et al.* (2003) totalizou 86 espécies na região Maranhão e Piauí, apresentando 15 possíveis espécies endêmicas.

Segundo Paiva (1978), a bacia do rio Parnaíba apresenta uma ictiofauna tipicamente amazônica, entretanto, empobrecida. Rosa *et al.* (2003),

afirmaram que algumas espécies ocorrem tanto na bacia Parnaíba, quanto na bacia Amazônica, não ocorrendo em nenhuma outra bacia hidrográfica.

Algumas espécies da bacia hidrográfica do Parnaíba são conhecidamente endêmicas, podendo citar *Geophagus parnaibai*, descrita por Staeck & Shindler (2006) e *Potamotrygon signata*. Esta última teve seu endemismo apontado por Rosa (1985) e Rosa *et al.* (2003).

Recentemente, Santos *et al.* (2009) apresentaram um levantamento preliminar da ictiofauna na bacia do rio Parnaíba com 130 espécies. A lista de espécies inclui novos registros de ocorrência e prováveis espécies novas. Ainda, novos trabalhos de levantamento estão sendo desenvolvidos e em breve, mais dados da ictiofauna estarão disponíveis.

## 4. Material e Métodos

### 4.1 Locais de Amostragem

Quatro coletas foram realizadas 4 coletas na bacia do rio Parnaíba. As expedições ocorreram nos meses de fevereiro, setembro, novembro de 2009 e abril de 2010, em localidades no estado do Piauí (Tabela 1 e Figura 4). As coletas foram ativas, usando artes de pesca variadas e não padronizadas, com objetivo de obter um melhor desempenho na captura dos indivíduos, em cada área.

Algumas coletas contaram com ajudas de pescadores locais, variando a arte de pesca empregada. Diversas técnicas foram utilizadas para evitar a seletividade de determinadas classes de tamanho. Os exemplares foram capturados através de arrastos de fundo (25 m x 2 m, malha 12 mm), rede de tapagem (100m x 2 m, malha 10 cm), tarrafa (18 palmos, malha 15 mm) e zagaia (arpão de mão), artes de pesca cuja utilização é mencionada na literatura como sendo eficiente na captura de raias de água doce (Lasso *et al.*, 1996; Charvet-Almeida, 2001 e 2006). Um aparelho de posicionamento global (Garmin – E-trex: Legend Cx) foi usado para marcar os pontos de coleta.

Tabela 1. Localidades das coletas realizadas no estado do Piauí.

<b>Município</b>	<b>Rio</b>	<b>Data</b>	<b>Coordenadas</b>
Picos	Guaribas	7 e 8/9/09	S 7°9'56.6" W 41°36'6.8"
Valença do Piauí	Sambito	9 e 10/9/09 17 e 18/11/09	S 5°48'6.2" W 41°36'2.5"
Santa Cruz dos Milagres	São Nicolau	11 e 12/9/09	S 5°48'8.12" W 41°57'6.53"
Uruçuí	Parnaíba	18/9/09 7 a 14/11/09	S 7°13'41.8" W 44°32'52.9"
Ribeiro Gonçalves	Parnaíba	3/4/10	S 7°33'02.3" W 45°14'10.6"

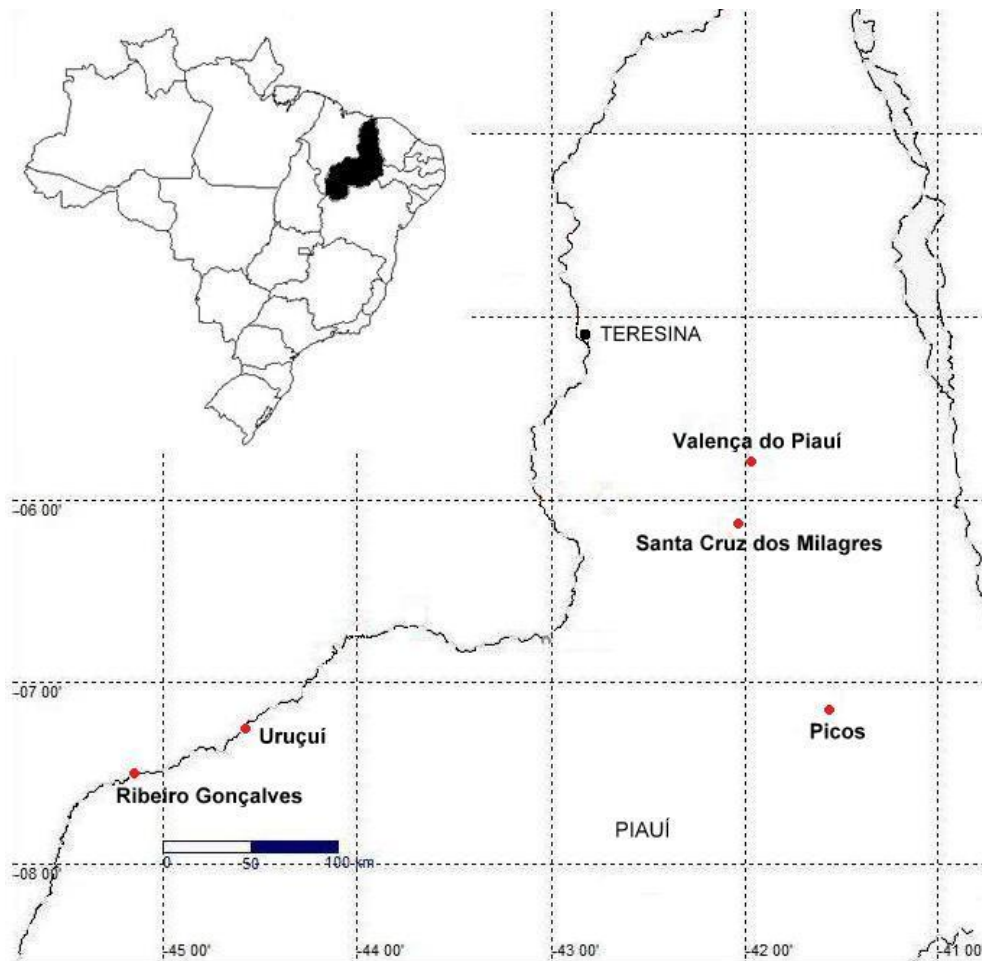


Figura 4. Localidades das coletas realizadas no estado do Piauí.

#### 4.2 Procedimentos de Coleta

Os exemplares recém coletados foram separados por sexo. As fêmeas capturadas eram mantidas vivas em recipientes separados, para evitar que exemplares abortados deixassem de ter sua mãe identificada. Os machos eram mantidos juntos em um mesmo recipiente.

A seguir, os exemplares eram sacrificados por uso excessivo de anestésico (Eugenol). Todas as raias foram fotografadas (Olympus - Stylus Tough 6000) dorsal e ventralmente, para registrar os padrões de coloração do animal fresco (Figura 5a).

Depois de fotografados, os exemplares foram etiquetados e pesados (Figura 5b) com balanças do tipo dinamômetro de marca Pesola (até 1kg e até 5kg). Os dados morfométricos, como comprimento total (mm) e largura de

disco (mm) todos os exemplares foram registrados em campo com uso de uma fita métrica (Figura 5c).

Por fim, os exemplares foram eviscerados através uma incisão ventral de forma semi-circular entre a barra escápuloacoracóide e a cintura pélvica. Através da abertura de cada exemplar: o fígado foi retirado e descartado; o estômago teve suas extremidades amarradas, na altura das válvulas cardíaca e pilórica, para evitar a perda de conteúdo estomacal e foi removido (Figura 5d).

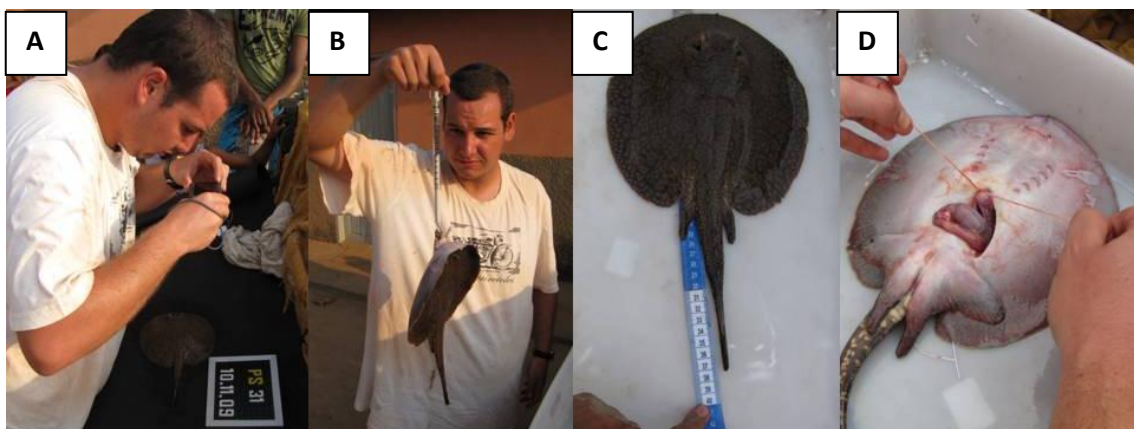


Figura 5. Procedimentos de coleta: a- fotografando o dorso do exemplar; b- Pesando; c- Verificando o comprimento total; d- Amarrando o estômago.

Todos os estômagos foram etiquetados e receberam injeções de solução de formol a 10% tamponada com bórax para a fixação dos itens alimentares. Posteriormente os estômagos foram imersos nessa solução.

Os exemplares eviscerados foram fixados em solução formol 10% tamponado, através de injeções intramusculares/intraperitoniais e imersão. Os exemplares permaneceram imersos em formol em um período de 3 meses e, posteriormente, foram lavados em água corrente por pelo menos 24 horas e conservados em tambores contendo álcool etílico 75%. Todos os exemplares foram armazenados na coleção de Ictiologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

### 4.3 Análises de Conteúdo Estomacal

Os estômagos, devidamente etiquetados, foram trazidos para o laboratório de Ictiologia da Universidade Federal da Paraíba para serem analisados.

No laboratório, todo material foi lavado em água corrente para remoção do fixador. A seguir, as amarrações e a parede estomacal foram cortadas para que o conteúdo estomacal fosse esvaziado em uma placa de Petri e analisado em lupa estereoscópica (Leica MZ12).

Os estômagos que não apresentaram item alimentares (vazios) foram excluídos das análises, pois, este método considera a porcentagem de frequência de ocorrência, peso e número do item alimentar.

Os níveis de repleção foram observados e a eles atribuídos os seguintes valores: 0 = vazio; 1 = ¼ cheio; 2 = cheio até a metade; 3 = ¾ cheio e 4 = cheio. Ainda, os níveis de repleção de cada espécie foram comparados entre jovens e adultos e entre machos e fêmeas através do teste pareado de Qui-quadrado ( $\chi^2$ , grau de liberdade GL = 1; nível de significância  $P < 0,05$ ) (Ayres *et al.*, 2003; Callegari-Jacques, 2004).

O grau de digestão dos itens alimentares também será observado de acordo com a escala sugerida por Zavalla-Camin (1996), sendo atribuídos os seguintes valores: 1 = alimento não digerido; 2 = partes externas parcialmente digeridas; 3 = partes externas e massa muscular parcialmente digeridas; 4 = somente o esqueleto axial e parte da massa muscular presentes; e 5 = somente fragmentos podem ser observados.

Os itens alimentares foram identificados até a menor categoria taxonômica por meio de um guia de identificação (Needham & Needham, 1978), livros (Rubbert & Barnes, 1996) e com auxílio de especialistas. Todas as informações obtidas foram colocadas em uma ficha de laboratório para análise de conteúdo estomacal. As análises do conteúdo estomacal envolveram aspectos quali e quantitativos, sendo calculados os seguintes valores para cada item alimentar:

a) frequência relativa de ocorrência (%FO):

$$\%FO = 100 \times Fi / n$$

Sendo: Fi = número de vezes que o item alimentar ocorreu; e n = número total de estômagos com ocorrência de alimento.

b) porcentagem numérica (%N):

$$\%N = 100 \times Ni / n$$

Sendo: Ni = número de itens de cada táxon; e n = número total de itens de todos os taxa.

c) porcentagem em peso (%P):

$$\%P = 100 \times Pi / n$$

Sendo: Pi = peso total de um item (táxon); e n = somatório de todos os pesos de todos os conteúdos estomacais.

As pesagens foram realizadas com o item úmido, retirando apenas o excesso de água com papel toalha.

A partir da obtenção destas informações foi calculado o Índice de Importância Relativa - IRI (Pinkas *et al.*, 1971) - modificado, onde a porcentagem do volume foi substituída pela porcentagem do peso devido à dificuldade em se calcular o volume de itens pequenos para cada estômago (Hacunda, 1981). O Índice de Importância Relativa baseia-se na seguinte fórmula:

$$IRI = \%FO \times (\%N + \%P)$$

O IRI também foi transformado em porcentagem (% IRI) para melhor interpretação dos dados e de acordo com o que é recomendado na literatura (Cortés, 1997).

Os Índices de Importância Relativa (IRI) e a respectiva porcentagem (%IRI) dos itens alimentares de cada espécie foram comparados entre jovens e adultos e entre machos e fêmeas através do teste pareado de Qui-quadrado

( $\chi^2$ , grau de liberdade GL = 1; nível de significância  $P < 0,05$ ) (Ayres *et al.*, 2003; Callegari-Jacques, 2004).

A maturidade sexual nas fêmeas foi determinada pela presença de folículos ovarianos com diâmetros maiores que 10 mm ou fêmeas grávidas e nos machos pelo grau de rigidez do cláspere e a presença abundante de sêmen. Assim, os espécimes foram agrupados em jovens e adultos para comparações ontogenéticas em suas dietas (Charvet-Almeida, 2006; Rincón 2006).

Os valores médios da Frequência de Ocorrência, Número e Peso das categorias dos itens alimentares foram comparados através do teste de não paramétrico de Kruskal-Wallis (nível de significância  $P < 0,05$ ) (Ayres *et al.*, 2003; Callegari-Jacques, 2004).

Os resultados foram comparados entre as espécies através de uma análise de similaridade (Analysis of Similarities one way - ANOSIM, com base em Similaridade de Bry Curtis - Primer). Esta análise fornece um valor para interpretação das similaridades entre os grupos, de maneira que:  $R > 0,75$  sugere claras distinções entre os grupos;  $R > 0,5$  sugere diferenças significativas, mas com sobreposição entre grupos; e  $R < 0,25$  indica que não há diferenças significativas entre os grupos.

Todos os resultados obtidos foram armazenados e analisados com auxílio de um banco de dados (Excel - Microsoft Office 2007), dos programas Statistica (versão 8.0) e Biostat (versão 5.0) e Primer 6 $\beta$ .

A metodologia do presente estudo seguiu parte dos procedimentos que foram descritos por Charvet-Almeida (2001 e 2006) e Almeida (2003).

## 5. Resultados

### 5.1 Amostragem

Durante as quatro viagens de coleta, foram capturadas 82 raias da família Potamotrygonidae (Tabela 2). Duas espécies do gênero *Potamotrygon* foram coletadas na bacia do rio Parnaíba, *Potamotrygon signata*, a mais abundante, correspondendo a 71,95% (n = 59) da amostra total, e *Potamotrygon orbignyi*, com 28,05% (n = 23).

Tabela 2. Distribuição do número de exemplares por coleta.

<b>Espécie</b>	<b>1ª coleta fev/2009</b>	<b>2ª coleta set/2009</b>	<b>3ª coleta nov/2009</b>	<b>4ª coleta abr/2010</b>	<b>Total</b>
<i>P. signata</i>	0	8	47	4	59
<i>P. orbignyi</i>	0	0	23	0	23
Total capturado	0	8	70	4	82

A distribuição por localidade de coleta indicou que Uruçuí foi a que teve o maior número de exemplares capturados (Tabela 3). No município de Uruçuí foram capturadas 69 raias, representando 84,15% do total capturado. A segunda localidade de maior captura foi o município de Valença do Piauí, sendo amostrados 5 exemplares que corresponderam 6,10% das capturas. Para demais localidades as capturas representaram: Ribeiro Gonçalves (4,87%), Picos (2,44%) e Santa Cruz dos Milagres (2,44%).

Tabela 3. Número dos exemplares capturados nas localidades das coletas realizadas no estado do Piauí. Pi- Picos; Vp- Valença do Piauí; Sc- Santa Cruz dos Milagres; Ur- Uruçuí; Rg- Ribeiro Gonçalves.

<b>Espécie</b>	<b>Pontos de Coleta</b>					<b>Total</b>
	<b>Pi</b>	<b>Vp</b>	<b>Sc</b>	<b>Ur</b>	<b>Rg</b>	
<i>P. signata</i>	2	5	2	46	4	59
<i>P. orbignyi</i>	0	0	0	23	0	23
Total	2	5	2	69	4	82

Os dados morfométricos (mm) e peso (g) obtidos para ambas as espécies são representados na tabela a seguir (Tabela 4).

Tabela 4. Dados morfométricos (CT = comprimento total; LD = largura de disco) e peso (P) de ambas as espécies.

Medidas	<i>Potamotrygon signata</i>	<i>Potamotrygon orbignyi</i>
<b>CT (mm)</b>		
Mín. - Máx.	312 – 619	243 – 405
Média ± Desvio padrão	394,5 ± 75,8	347,7 ± 37,0
<b>LD (mm)</b>		
Mín. - Máx.	181 – 345	156 – 224
Média ± Desvio padrão	226,5 ± 34,8	192,7 ± 15,6
<b>P (g)</b>		
Mín. - Máx.	100 – 1700	150 – 610
Média ± Desvio padrão	622,7 ± 348,5	366,5 ± 103,5
<b>N</b>	<b>59</b>	<b>23</b>

A distribuição de classes de largura de disco de ambas as espécies apontou diferenças (Figura 6). Os exemplares de maior porte pertenciam a *P. signata*, enquanto *P. orbignyi* apresentou menor porte.

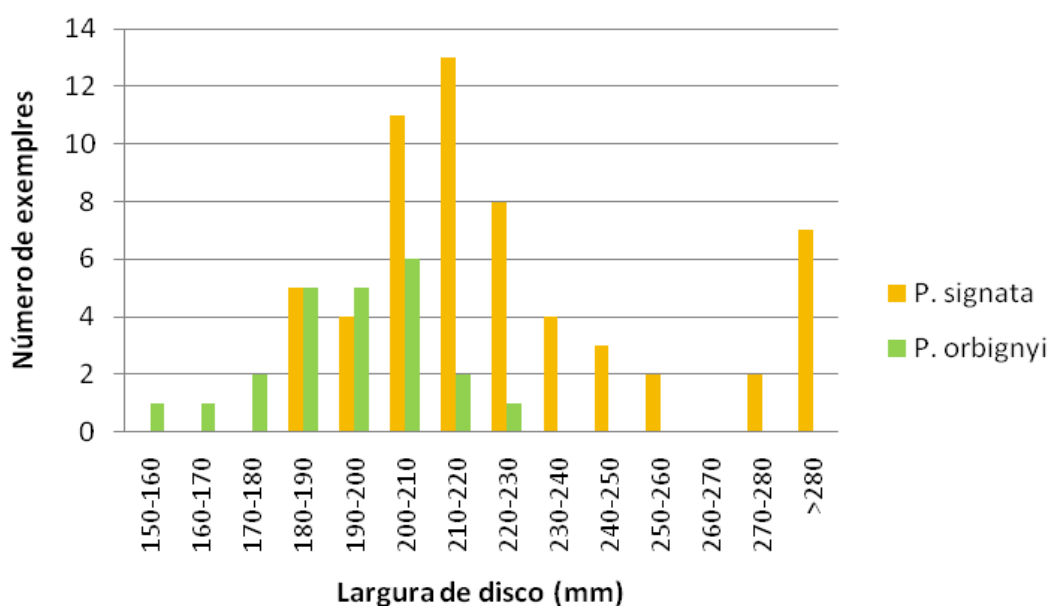


Figura 6. Distribuição das larguras de disco de ambas as espécies.

Do total de indivíduos amostrados (Tabela 5), 41,47% (n = 34) eram machos e 58,53% (n = 48) eram fêmeas. Analisados separadamente, *P. signata* apresentou 38,99% (n = 23) de animais machos e 61,01% (n = 36) fêmeas, uma proporção sexual de 1:1,56, enquanto *P. orbigny* apresentou 47,83% (n = 11) machos e 52,17% (n = 12) fêmeas, uma proporção sexual de 1:1,09.

Tabela 5. Composição das capturas por espécie e sexo.

Espécie	Machos	Fêmeas	Total
<i>P. signata</i>	23	36	59
<i>P. orbigny</i>	11	12	23
Total capturado	34	48	82

De maneira geral, as espécies apresentaram diferentes composições de tamanho entre machos e fêmeas (Figura 7 e 8). *P. signata* apresentou uma amplitude de largura de disco de 181 - 251 mm ( $211,3 \pm 19,3$ ) para os machos (n = 23) e de 184 - 345 mm ( $236,1 \pm 39,1$ ), para as fêmeas (n = 36).

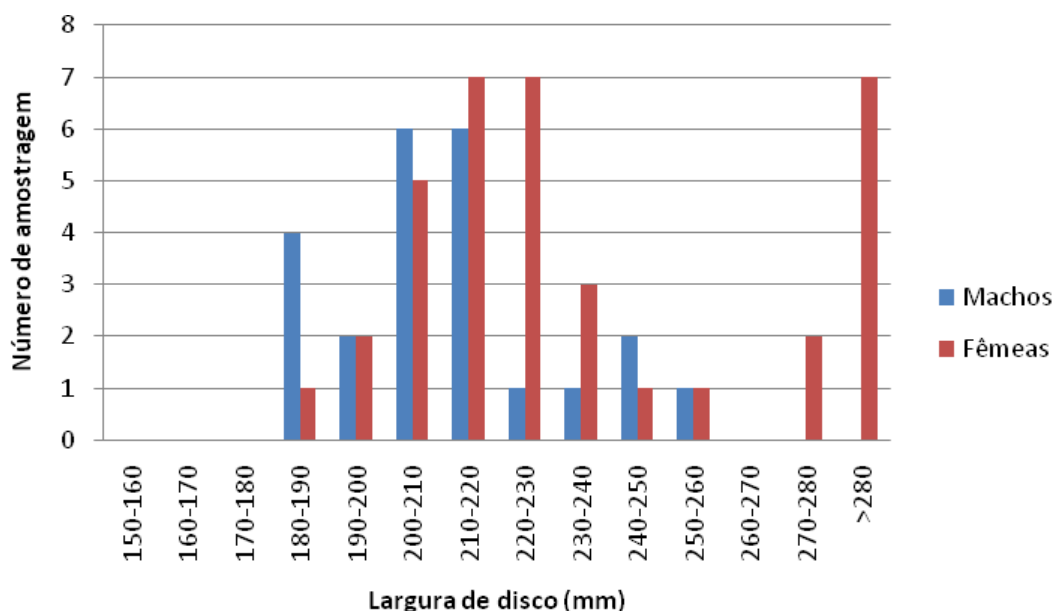


Figura 7. Distribuição das classes de largura de disco dos exemplares machos e fêmeas de *P. signata*.

*P. orbigny* apresentou amplitude de largura de disco de 156 - 211 mm ( $187,8 \pm 15,1$ ) para machos (n = 11) e de 167 – 224 mm ( $197,1 \pm 15,2$ ), para fêmeas (n = 12).

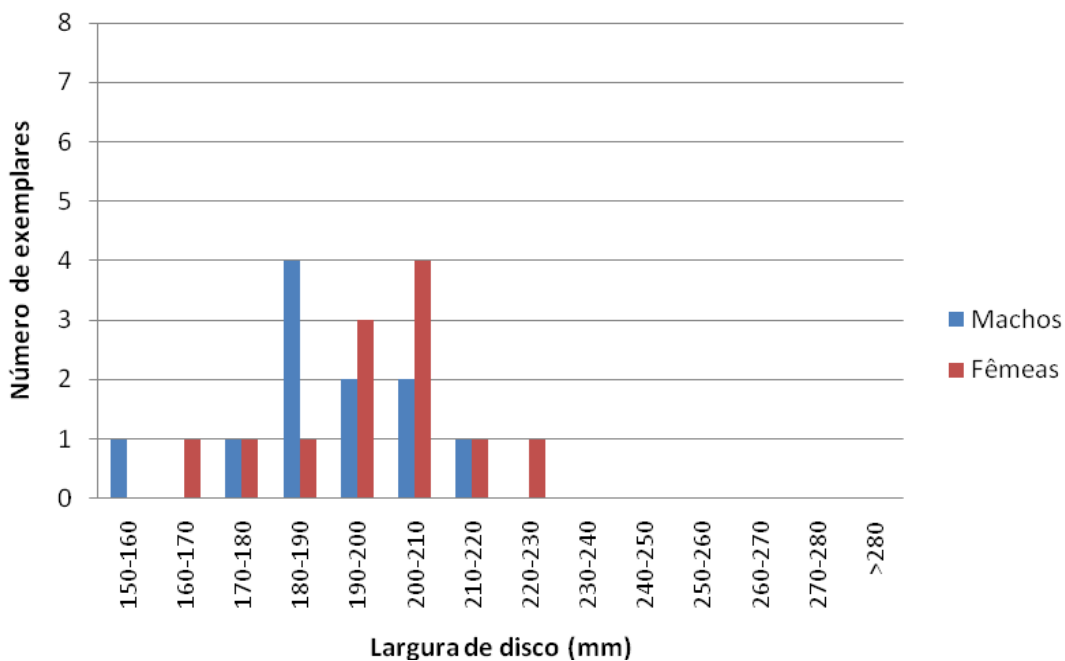


Figura 8. Distribuição das classes de largura de disco dos exemplares machos e fêmeas de *P. orbigny*.

A amostragem em relação a classe de maturidade sexual (Tabela 6), demonstrou que 19,51% eram jovens (n = 16) e 80,49% adultos (n = 66). Analisados separadamente, *P. signata* apresentou 11,86% de exemplares jovens (n = 7) e 88,14% de adultos (n = 52), enquanto que *P. orbigny* apresentou 39,13% de exemplares jovens (n = 9) e 60,87% de adultos (n = 14).

Tabela 6. Composição das capturas por espécie e classe de maturidade sexual.

Espécie	Jovens	Adultos	Total
<i>P. signata</i>	7	52	59
<i>P. orbigny</i>	9	14	23
Total capturado	16	66	82

Dos 16 exemplares jovens da amostragem, 37,5% correspondiam a fêmeas (n = 6) e 62,5% a machos (n = 10). Analisados separadamente, dos sete exemplares jovens de *P. signata*, 42,8% eram fêmeas (n = 3) e 57,2% machos (n = 4). Dos nove exemplares de *P. orbignyi*, 33,3% corresponderam a fêmeas (n = 3) e 66,7% a machos (n = 6).

## 5.2 Alimentação de *P. signata* e *P. orbignyi*

A morfologia externa geral do estômago de ambas as espécies se assemelha em formato de “J” (Figura 9), formato característico para praticamente todos os elasmobrânquios, e pode ser dividido em duas principais porções: cardíaca e pilórica (Holmgren & Nilsson, 1999; Pântano-Neto, 2001; Charvet-Almeida, 2006). Assim como em outros vertebrados, o estômago é ligado anteriormente ao esôfago e posteriormente ao intestino, que nos elasmobrânquios corresponde à válvula espiral (Holmgren & Nilsson, 1999).

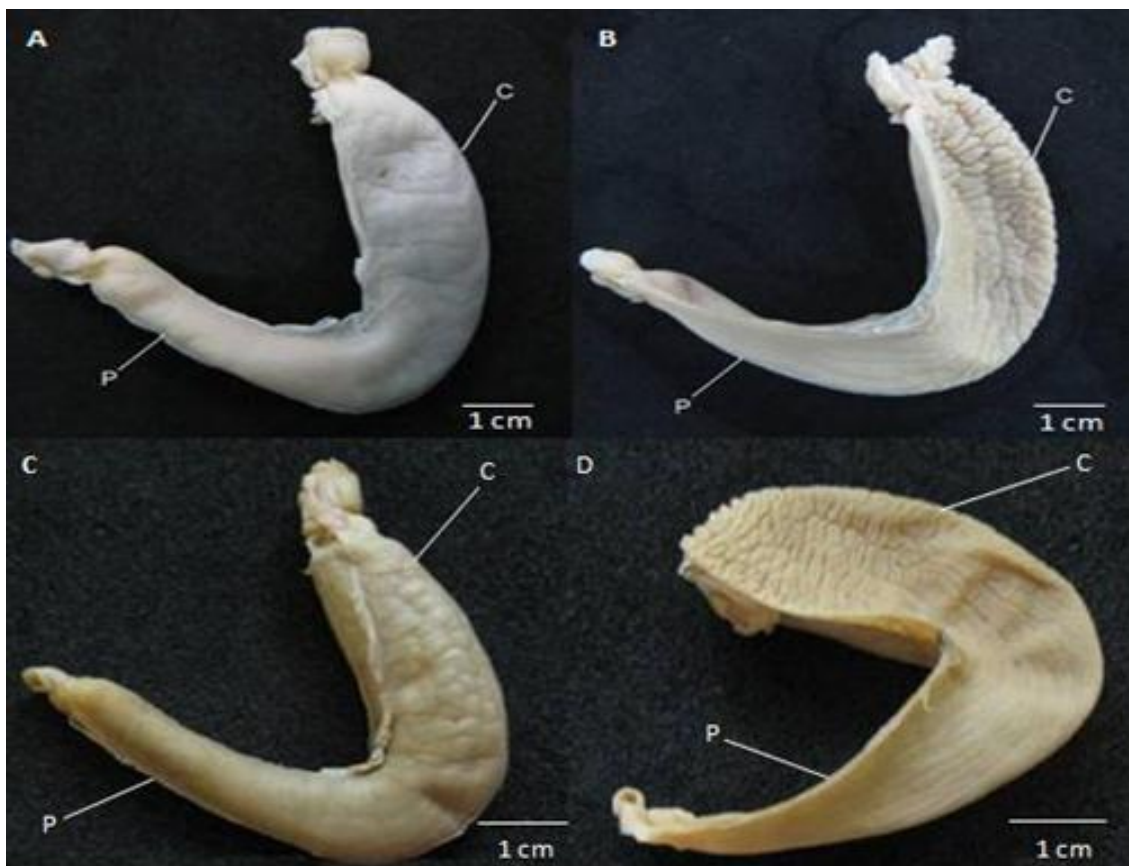


Figura 9. Aspecto da morfologia externa e interna do estômago, destacando a porção cardíaca (C) e pilórica (P): *P. signata* (A e B); *P. orbignyi* (C e D).

A superfície interna dos estômagos nas porções cardíaca e pilórica é rugosa em *P. signata* e *P. orbigny*. Assim como verificado por Pântano-Neto (2001) e Charvet-Almeida (2006), curvas mais acentuadas são encontradas na porção cardíaca, enquanto que as pregas são mais retilíneas na porção pilórica. A porção cardíaca dos estômagos de *P. signata* apresentou uma rugosidade interna um pouco mais intensa do que *P. orbigny*.

### 5.2.1 *Potamotrygon signata*

Foram analisados 59 estômagos de *P. signata* (36 fêmeas / 23 machos). Considerando o total de estômagos analisados, 94,91% possuíam itens alimentares, sendo que 3 estômagos estavam vazios. Os níveis de repleção predominante para *P. signata* foram 1 e 2, nas categorias de sexo e maturidade (Tabela 7 e 8).

Tabela 7. Nível de repleção observado nos estômagos de fêmeas e machos de *P. signata* (n = 59).

Nível de repleção	Fêmeas		Machos		Total	
	N	%	N	%	N	%
0 (vazio)	3	8,33	0	0	3	5,08
1 ( $1/4$ de cheio)	11	30,56	6	26,09	17	28,81
2 ( $1/2$ de cheio)	11	30,56	9	39,13	20	33,9
3 ( $3/4$ de cheio)	8	22,22	3	13,04	11	18,64
4 (cheio)	3	8,33	5	21,74	8	13,56
Total	36	100	23	100	59	100

Tabela 8. Nível de repleção observado nos estômagos de jovens e adultos de *P. signata* (n = 59).

Nível de repleção	Jovens		Adultos		Total	
	N	%	N	%	N	%
0 (vazio)	0	0	3	5,77	3	5,08
1 ( $1/4$ de cheio)	3	42,86	14	26,92	17	28,81
2 ( $1/2$ de cheio)	2	28,57	18	34,62	20	33,9
3 ( $3/4$ de cheio)	1	14,29	10	19,23	11	18,64
4 (cheio)	1	14,29	7	13,46	8	13,56
Total	7	100	52	100	59	100

Os níveis de repleção apresentaram diferenças significativas entre jovens e adultos nos níveis 1, 2, 3 e 4, no teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) pareado (Tabela 9).

Tabela 9. Teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) pareado par aos níveis de repleção entre as categorias de sexo e maturidade de *P. signata* (n = 59).

Nível de repleção	Fêmeas	Machos	$\chi^2$	Jovens	Adultos	$\chi^2$
0 (vazio)	3	0	3,00	0	3	3,00
1 ( $1/4$ de cheio)	10	6	1,00	3	13	<b>6,25</b>
2 ( $1/2$ de cheio)	10	8	0,222	1	17	<b>14,222</b>
3 ( $3/4$ de cheio)	8	3	2,273	1	10	<b>7,364</b>
4 (cheio)	5	6	0,091	2	9	<b>4,455</b>

A análise do nível de grau de digestão de cada item apontou que parte destes se encontravam no meio do processo de digestão (grau 3), que representou 44,30% (n = 1170) de itens. No segundo grau mais representativo, os itens estavam em um estágio mais avançado de digestão (grau 4), que representou 20,07% (n = 530) de itens (Tabela 10).

Tabela 10. Grau de digestão dos itens analisados de estômagos em *P. signata* (n = 2641).

Grau de digestão	Número de itens	%
1	159	6,02
2	415	15,71
3	1170	44,30
4	530	20,07
5	367	13,90
Total	2641	100

O grau de digestão separado por sexo e maturidade, indicou os mesmos resultados. Em ambas as categorias os principais graus de digestão foram o 3 e 4 (Tabela 11 e 12).

Tabela 11. Grau de digestão dos itens analisados de estômagos machos e fêmeas em *P. signata* (n = 2641).

Grau de Digestão	Fêmeas		Machos		Total	
	N	%	N	%	N	%
1	68	5,01	91	7,09	159	6,02
2	235	17,32	180	14,02	415	15,71
3	526	38,76	644	50,16	1170	44,30
4	272	20,04	258	20,09	530	20,07
5	256	18,87	111	8,64	367	13,90
Total	1357	100	1284	100	2641	100

Tabela 12. Grau de digestão dos itens analisados de estômagos jovens e adultos em *P. signata* (n = 2641).

Grau de Digestão	Jovens		Adultos		Total	
	N	%	N	%	N	%
1	26	5,04	133	6,26	159	6,02
2	58	11,24	357	16,80	415	15,71
3	319	61,82	851	40,05	1170	44,30
4	76	14,73	454	21,36	530	20,07
5	37	7,17	330	15,53	367	13,90
Total	516	100	2125	100	2641	100

No conteúdo estomacal dos 56 exemplares analisados, foram encontrados 17 itens alimentares distribuídos em 13 ordens. A tabela a seguir (Tabela 13) apresenta a menor categoria taxonômica de identificação dos itens encontrados nos estômagos.

As fêmeas de *P. signata* consumiram 16 itens alimentares diferentes, enquanto os machos 11. Jovens e adultos também apresentaram número de itens diferentes, jovens consumiram 7 e adultos 17.

Tabela 13. Lista taxonômica dos itens alimentares encontrado nos estômagos de *P. signata* (n = 56).

Nome vulgar	Filo (subfilo)	Classe (subclasse)	Ordem	Família	Gênero	Espécie	Maturidade / Sexo**
<b>Ácaro</b>	Arthropoda (Chelicerata)	Arachnida (Acari)	Acariformes	-	-	-	Adu ♀
<b>Inseto A</b>	Arthropoda	Insecta	Diptera*	Ceratopogonidae	-	-	Jov ♂♀ / Adu ♂♀
<b>Inseto B</b>	Arthropoda	Insecta	Diptera*	Chironomidae	-	-	Jov ♂♀ / Adu ♂♀
<b>Inseto C</b>	Arthropoda	Insecta	Diptera*	Chironomidae	<i>Chironomus</i>	-	Jov ♂♀ / Adu ♂♀
<b>Inseto D</b>	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Ephemeridae	-	-	Jov ♂♀ / Adu ♂♀
<b>Inseto E</b>	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Siphonuridae	-	-	Adu ♂♀
<b>Inseto F</b>	Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	-	-	Jov ♂ / Adu ♂♀
<b>Inseto G</b>	Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	<i>Aphylla</i>	-	Jov ♂ / Adu ♂♀
<b>Inseto H</b>	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	-	-	Adu ♂
<b>Inseto I</b>	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	-	-	-	Adu ♂♀
<b>Inseto J</b>	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	-	-	-	Adu ♀
<b>Camarão</b>	Arthropoda (Crustacea)	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	-	-	Adu ♂♀
<b>Piolho d'água</b>	Arthropoda (Crustacea)	Malacostraca	Isopoda	Cymothoidae	<i>Telota</i>	-	Adu ♀
<b>Camarão mexilhão</b>	Arthropoda (Crustacea)	Branchiopoda	Conchostraca	-	-	-	Jov ♂ / Adu ♀
<b>Mexilhão</b>	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Pisidiidae	-	-	Adu ♀
<b>Caramujo</b>	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Pleuroceridae	-	-	Adu ♀
<b>Peixe</b>	Chordata	Osteichthyes	Perciformes	Sciaenidae	<i>Plagioscion</i>	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Adu ♀
<b>Tecido vegetal</b>	-	-	-	-	-	-	Jov ♀ / Adu ♂♀

\* Estágio larval

\*\* Ocorrência dos itens segundo sexo e estágio de vida do consumidor

Os resultados mostram que os itens alimentares com maior porcentagem na frequência de ocorrência (%FO), numérica (%N) e peso (%P) foram os insetos da família Epheméridae e Chironomidae (Tabela 14). Epheméridae esteve presente em 45 estômagos, Chironomidae (*Chironomus* sp.) em 45 e Chironomidae em 32.

Os valores mais altos para porcentagem numérica (%N) foram: *Chironomus* sp. (42,09%), Epheméridae (24,67%) e Chironomidae não identificado (12,75%). Para a porcentagem em peso, os valores mais altos foram: *Chironomus* sp. (36,48%), Epheméridae (26,97%) e Gomphidae (10,45%).

A porcentagem do índice de importância relativa (%IRI) apontou *P. signata* apresentado uma preferência alimentar por *Chironomus* sp. (52,58%), seguida de Epheméridae (34,56%) e Chironomidae (7,33%).

Tabela 14. Composição da dieta de *P. signata* (n = 56), representada por Frequência Relativa de Ocorrência (%FO), Porcentagem Numérica (%N), Porcentagem em Peso (%P) e Índice de Importância Relativa (IRI e %IRI) para cada item alimentar.

Item Alimentar		%FO	%N	%P	IRI	%IRI
<b>Ácaro</b>	Acariformes	1,786	0,113	0,004	0,209	0,002
<b>Insetos</b>	Ceratopogonidae	35,714	1,396	0,163	55,658	0,464
	Chironomidae	57,143	12,75	2,663	880,75	7,335
	Chironomidae ( <i>Chironomus</i> sp.)	80,357	42,097	36,483	6314,525	52,586
	Epheméridae	80,357	24,67	26,974	4149,927	34,56
	Siphonuridae	10,714	1,622	0,294	20,526	0,171
	Gomphidae	26,786	4,753	10,45	407,234	3,391
	Gomphidae ( <i>Aphylla</i> sp.)	7,143	0,641	1,258	13,568	0,113
	Belostomatidae	1,786	0,038	0,095	0,237	0,002
	Plecoptera	1,786	0,038	0,024	0,110	0,001
	Trichoptera	7,143	0,905	2,06	21,180	0,176
<b>Crustáceos</b>	Palaemonidae	7,143	0,264	9,391	68,963	0,574
	Cymothoidae	1,786	0,038	0,016	0,096	0,001
	Conchostraca	3,571	9,166	6,073	54,425	0,453
<b>Moluscos</b>	Pisidiidae	3,571	0,717	0,532	4,459	0,037
	Pleuroceridae	3,571	0,339	0,095	1,553	0,013
<b>Peixe</b>	Sciaenidae	1,786	0,038	3,231	5,837	0,049
<b>Plantas</b>	Material vegetal	14,286	0,415	0,194	8,706	0,073
<b>Total</b>		346,429	100	100	12007,963	100

De um modo geral, os resultados da porcentagem do Índice de Importância Relativa (%IRI) apontaram esta espécie como apresentando uma distinta preferência alimentar por insetos (98,8%), seguido por crustáceos (1,03%), moluscos (0,05%) e peixe (0,05%).

Uma representação gráfica tridimensional do conteúdo estomacal referente aos eixos %FO, %N, e %P ratificou a dominância dos insetos (Figura 10), estando posicionado perto do vértice D (dominante). Todos os outros itens foram agrupados próximo ao vértice R (raro).

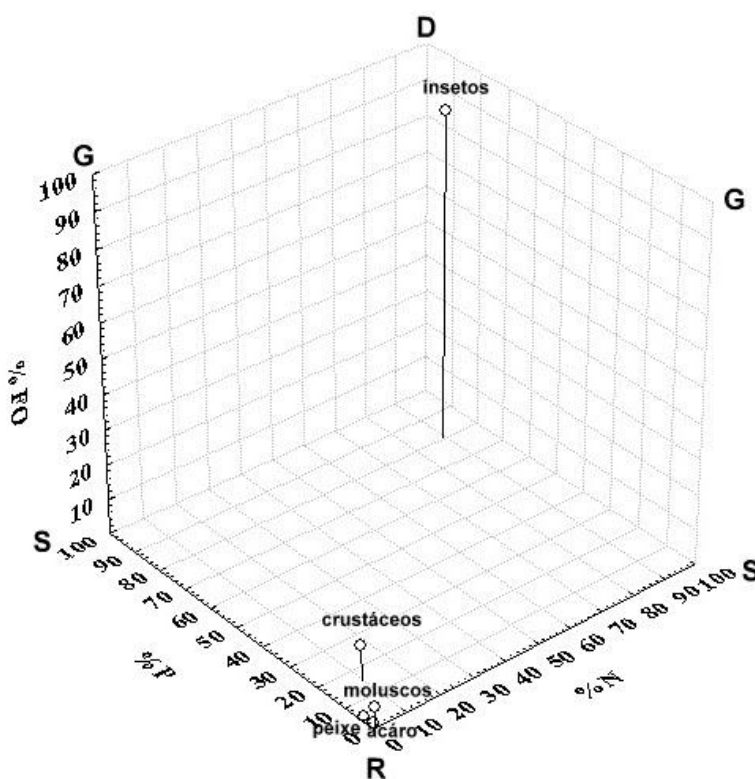


Figura 10. Representação gráfica tridimensional da %IRI da dieta de *P. signata*, sendo D – Dominante; R – Raro (referente a presa); G – Generalista e S – Especialista (referente ao consumidor).

Devido a nítida preferência alimentar de *P. signata* por insetos, dados relativos somente a este grupo foram avaliados, dividido em quatro categorias: Diptera; Ephemeroptera; Odonata e outros insetos (Hemiptera, Trichoptera Plecoptera). Esta última foi agrupada dessa forma, pois a soma do %IRI de cada componente não ultrapassou 0,18%.

Os valores médios de frequência de ocorrência (%FO), número (%N) e peso (%P) dos itens foram analisados para as categorias alimentares. Em relação à frequência de ocorrência, foi observada diferença significativa entre os itens alimentares ( $H = 92,03$ ;  $gl = 3$ ;  $p < 0,05$ ), com exceção de diptera / ephemeroptera e odonata / outros insetos (Figura 11).

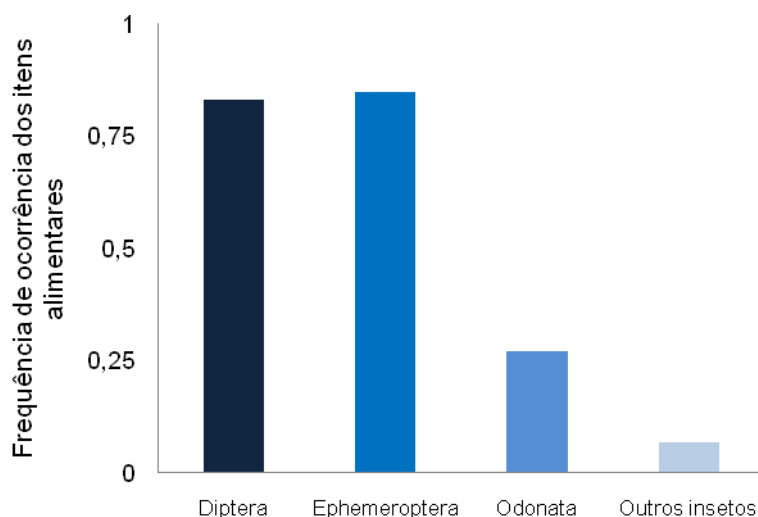


Figura 11. Valores médios das categorias de itens alimentares encontrados em *P. signata* em relação a frequência de ocorrência ( $n = 56$ ).

Em relação ao número de itens, foi observada diferença significativa ( $H = 104,43$ ;  $gl = 3$ ;  $p < 0,05$ ), com exceção de diptera / ephemeroptera e odonata / outros insetos (Figura 12).

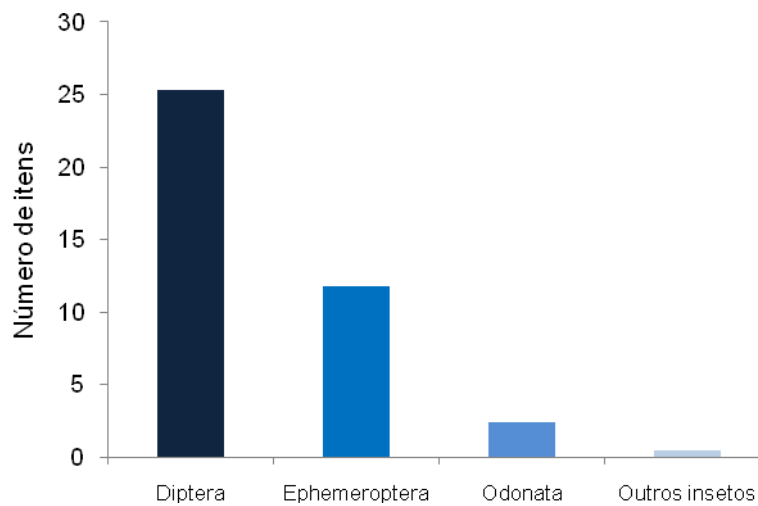


Figura 12. Valores médios das categorias de itens alimentares encontrados em *P. signata* em relação ao número (n = 56).

O peso apresentou diferença significativa entre os itens alimentares ( $H = 92,03$ ;  $gl = 3$ ;  $p < 0,05$ ), com exceção de diptera / ephemeroptera e odonata / outros insetos (Figura 13).

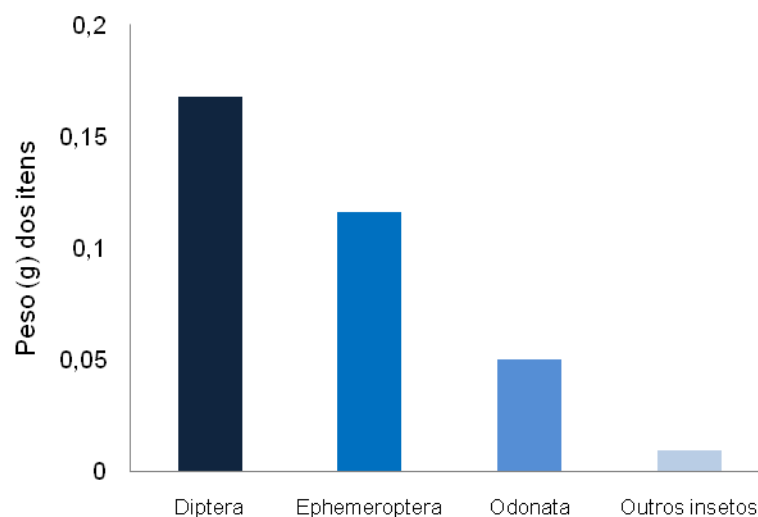


Figura 13. Valores médios das categorias de itens alimentares encontrados em *P. signata* em relação ao peso (n = 56).

Analisando as dietas separadas pela categoria sexual (Tabela 15), Diptera e Ephemeroptera foram os principais itens consumidos pelas fêmeas, com Ephemeroptera apresentando uma maior %FO e %P, enquanto Diptera apresentou uma maior %N. Diptera demonstrou ser o principal item consumido pelos machos, apresentando uma %FO, %N e %P maior ou igual em relação aos outros itens.

Tabela 15. Composição na dieta de fêmeas (n = 33) e machos (n = 23) de *P. signata*, representados por Frequência Relativa de Ocorrência (%FO), Porcentagem Numérica (%N), Porcentagem em Peso (%P) e Índice de Importância Relativa (IRI e %IRI) para os insetos.

	<b>%FO</b>	<b>%N</b>	<b>%P</b>	<b>IRI</b>	<b>%IRI</b>
<b>Fêmeas</b>					
Diptera	87,88	49,96	32,96	7286,92	<b>47,12</b>
Ephemeroptera	90,91	39,22	42,20	7401,85	<b>47,86</b>
Odonata	24,24	8,99	20,82	722,67	4,67
Outros insetos	9,09	1,83	4,02	53,17	0,34
Total	212,12	100	100	15464,6	100
<b>Machos</b>					
Diptera	86,96	79,98	75,55	13524,29	<b>79,56</b>
Ephemeroptera	86,96	17,43	19,93	3249,06	19,11
Odonata	34,78	2,39	4,02	223,05	1,31
Outros insetos	4,35	0,19	0,50	3,02	0,02
Total	213,05	100	100	16999,42	100

A figura a seguir apresenta uma representação gráfica tridimensional do conteúdo estomacal referente aos eixos %FO, %N, e %P para fêmeas e machos de *P. signata* (Figura 14).

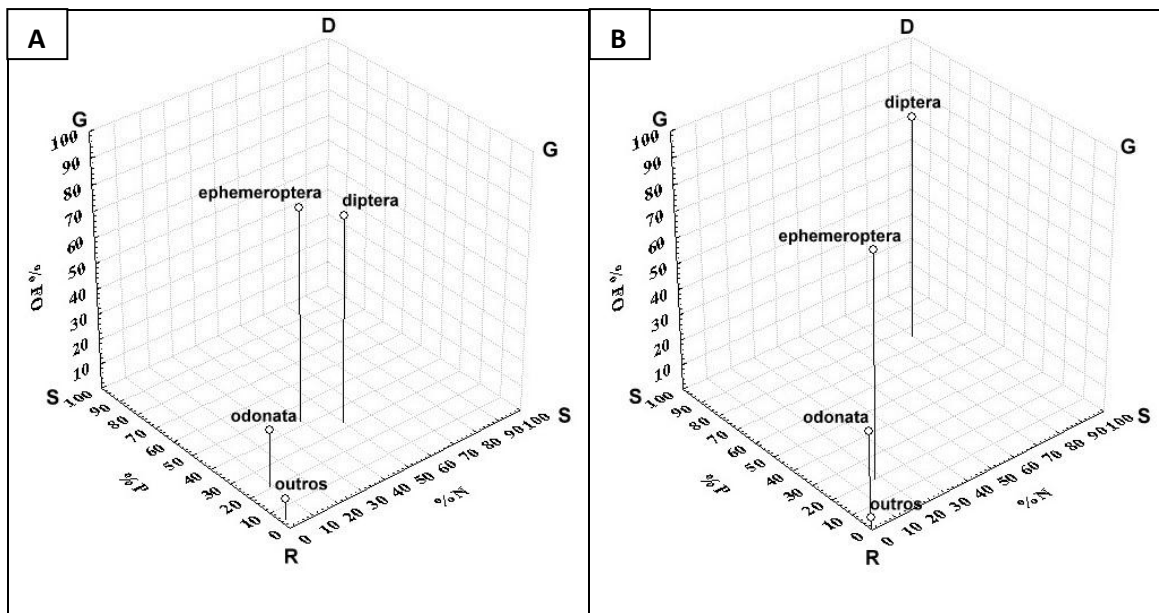


Figura 14. Representação gráfica tridimensional da %IRI de fêmeas (A) e machos (B) de *P. signata*. D – Dominante; R – Raro (referente a presa); G – Generalista e S – Especialista (referente ao consumidor).

A %IRI das fêmeas adultas em relação às fêmeas jovens, apresentou maior quantidade na ocorrência de Odonata e o aparecimento de outros insetos (Plecoptera e Trichoptera) na dieta (Tabela 16). Machos jovens e adultos apresentam valores de %IRI semelhantes para Odonata em suas dietas.

Tabela 16. Porcentagem do Índice de Importância Relativa (%IRI) dos grupos de insetos na dieta de *P. signata* por categoria de sexo e maturidade.

Insetos	%IRI Jovens		%IRI Adultos	
	F	M	F	M
Diptera	43,79	88,80	46,95	77,87
Ephemeroptera	56,21	10,08	47,23	20,79
Odonata	0	1,12	5,42	1,31
Outros insetos	0	0	0,40	0,03
Total	100	100	100	100

Os resultados do IRI e sua porcentagem dos itens alimentares foram comparados através do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para as categorias de sexo e maturidade (Tabela 17).

Tabela 17. Teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para o Índice de Importância Relativa (IRI e %IRI). Os valores em negrito apontam as diferenças significativas

Categorias gerais dos itens/IRI		Fêmeas	Machos	$\chi^2$	Jovens	Adultos	$\chi^2$
Diptera	IRI	7168,47	12847,38	<b>1611,224</b>	14289,34	9299,56	<b>1055,49</b>
	%IRI	46,95	77,87	<b>7,659</b>	76,20	59,06	2,172
Ephemeroptera	IRI	7112,28	3430,29	<b>1285,934</b>	4540,59	5740,58	<b>140,06</b>
	%IRI	47,23	20,79	<b>10,277</b>	23,33	36,46	2,883
Odonata	IRI	828,16	216,62	<b>357,952</b>	90,01	670,84	<b>443,403</b>
	%IRI	5,42	1,31	2,510	0,46	4,26	3,059
Outros insetos	IRI	60,94	4,33	<b>49,099</b>	0	34,08	34,08
	%IRI	0,40	0,03	0,318	0	0,22	0,22

Uma representação gráfica das porcentagens do Índice de Importância Relativa permitiu verificar algumas diferenças na dieta de *P. signata* que não foram significativamente no teste de Qui-quadrado pareado (Figura 15).

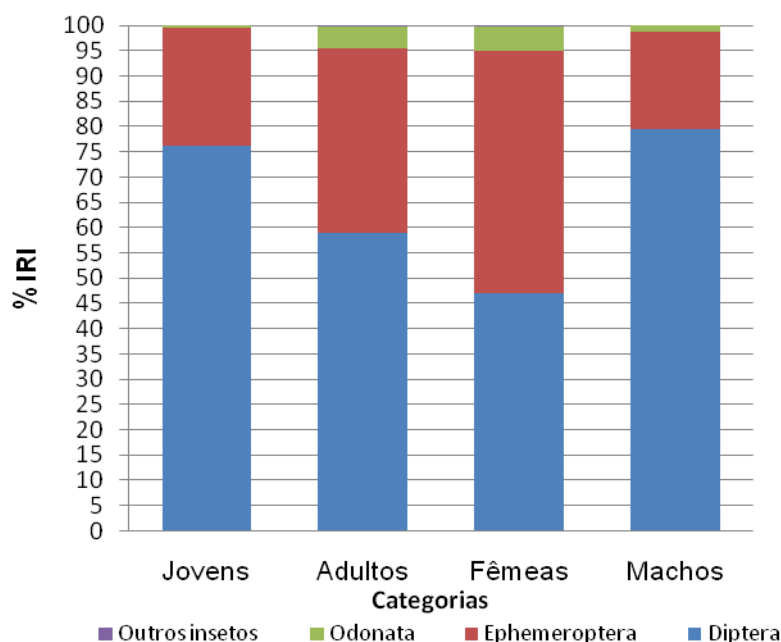


Figura 15. Representação gráfica da porcentagem do Índice de Importância Relativa (%IRI) por maturidade e sexo verificada para o grupo dos insetos.

Os exemplares foram separados por classes de tamanho. O percentual numérico e de peso dos principais itens encontrados, indicam uma maior

contribuição de Diptera na alimentação de indivíduos de menores classes de tamanho, tanto machos quanto fêmeas (Figura 16, 17, 18 e 19).

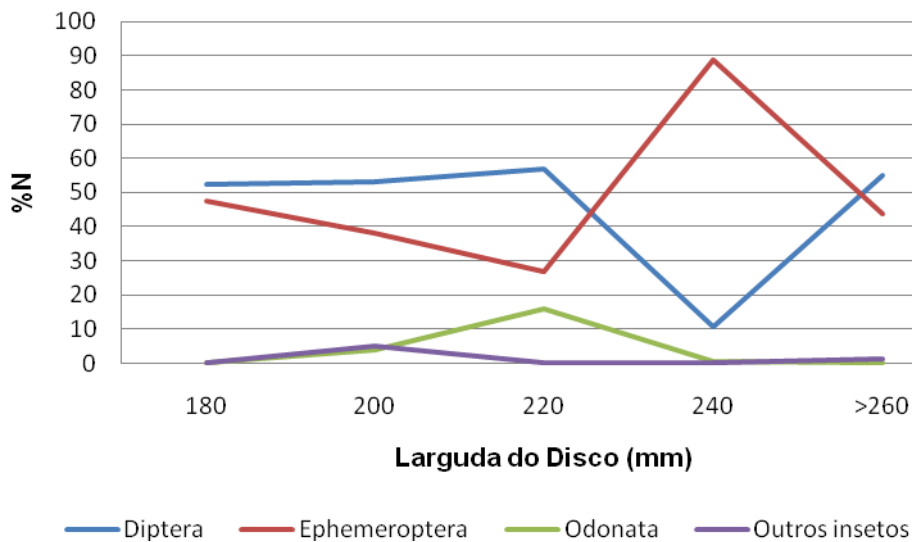


Figura 16. Variação alimentar relativa do %N em fêmeas de *P. signata* em diferentes classes de tamanho (n = 36).

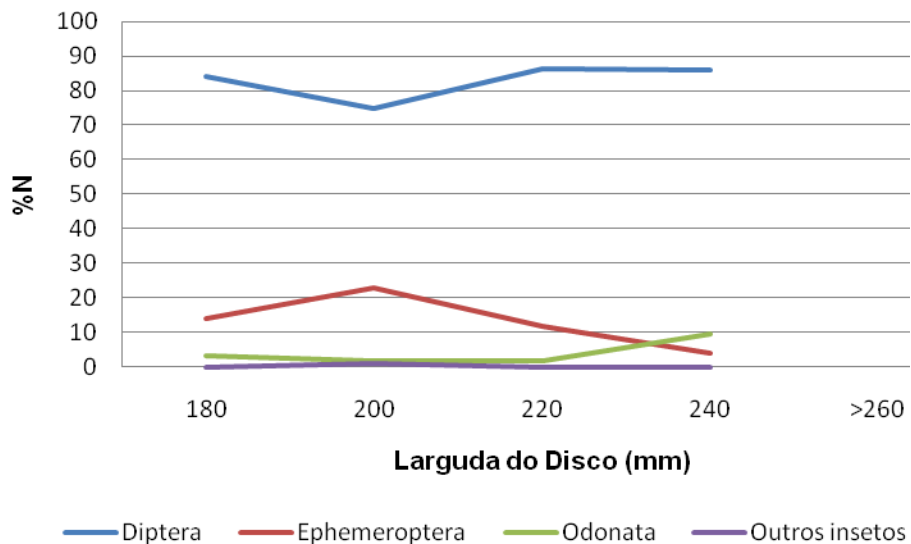


Figura 17. Variação alimentar relativa do %N em machos de *P. signata* em diferentes classes de tamanho (n = 23).

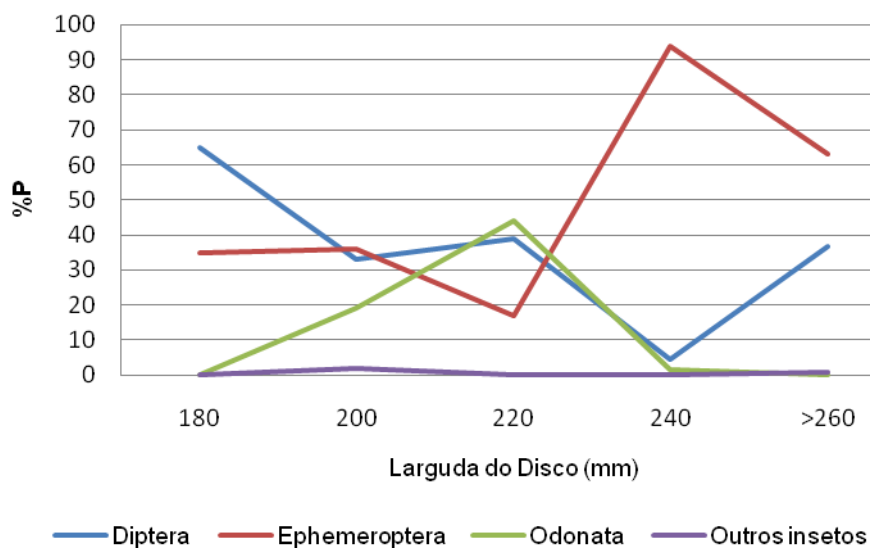


Figura 18. Variação alimentar relativa do %P em fêmeas de *P. signata* em diferentes classes de tamanho (n = 36).

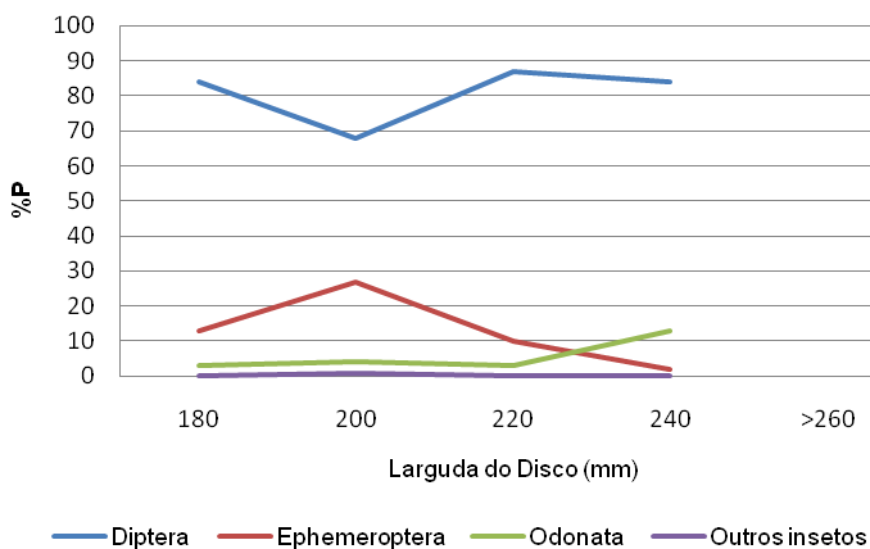


Figura 19. Variação alimentar relativa do %P em machos de *P. signata* em diferentes classes de tamanho (n = 23).

### 5.2.2 *Potamotrygon orbignyi*

Foram analisados 23 estômagos de *P. orbignyi* (12 fêmeas / 11 machos). Todos os estômagos analisados possuíam itens alimentares. Os níveis de repleção predominante para *P. orbignyi* apresentaram diferenças nas categorias de sexo e maturidade (Tabela 18 e 19). O nível 1 predominou em fêmeas e jovens, enquanto em machos e adultos foi o nível 3.

Tabela 18. Nível de repleção observado nos estômagos de fêmeas e machos de *P. orbignyi* (n = 23).

Nível de repleção	Fêmeas		Machos		Total	
	N	%	N	%	N	%
0 (vazio)	0	0	0	0	0	0
1 ( <sup>1</sup> / <sub>4</sub> de cheio)	6	50	3	27,27	9	39,13
2 ( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> de cheio)	3	25	3	27,27	6	26,09
3 ( <sup>3</sup> / <sub>4</sub> de cheio)	3	25	5	45,46	8	34,78
4 (cheio)	0	0	0	0	0	0
Total	12	100	11	100	23	100

Tabela 19. Nível de repleção observado nos estômagos de jovens e adultos de *P. orbignyi* (n = 23).

Nível de repleção	Jovens		Adultos		Total	
	N	%	N	%	N	%
0 (vazio)	0	0	0	0	0	0
1 ( <sup>1</sup> / <sub>4</sub> de cheio)	5	55,56	4	28,57	9	39,13
2 ( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> de cheio)	2	22,22	4	28,57	6	26,09
3 ( <sup>3</sup> / <sub>4</sub> de cheio)	2	22,22	6	42,86	8	34,78
4 (cheio)	0	0	0	0	0	0
Total	9	100	14	100	23	100

Os níveis de repleção não apresentaram diferenças significativas em nenhuma categoria no teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) pareado (Tabela 20).

Tabela 20. Teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) pareado par aos níveis de repleção entre as categorias de sexo e maturidade de *P. orbigny* (n = 23).

Nível de repleção	Fêmeas	Machos	$\chi^2$	Jovens	Adultos	$\chi^2$
0 (vazio)	0	0	0	0	0	0
1 ( $1/4$ de cheio)	6	3	1	5	4	0,11
2 ( $1/2$ de cheio)	3	3	0	2	4	0,66
3 ( $3/4$ de cheio)	3	5	0,5	2	6	2
4 (cheio)	0	0	0	0	0	0

A análise do nível de grau de digestão de cada item analisado apontou que parte destes se encontravam no meio do processo de digestão (grau 3), que representou 39,96% (n = 408) de itens. No segundo grau mais representativo, os itens estavam em início no processo de digestão (grau 2), que representou 21,84% (n = 223) de itens (Tabela 21).

Tabela 21. Grau de digestão dos itens analisados de estômagos em *P. orbigny* (n = 1021).

Grau de digestão	Número de itens	%
1	125	12,24
2	223	21,84
3	408	39,96
4	176	17,24
5	89	8,72
Total	1021	100

O grau de digestão separado por sexo e maturidade (Tabela 22 e 23), indicou resultados semelhantes. O grau mais representativo para as fêmeas foi 3, com 45,23% (n = 185), seguido pelo grau 4, com 23,23% (n = 95). Enquanto nos machos, o grau de maior representatividade também foi o 3, com 36,44% (n = 408), seguido pelo grau 2, com 25,98%.

Tabela 22. Grau de digestão dos itens analisados de estômagos fêmeas e machos em *P. orbigny* (n = 1021).

Grau de Digestão	Fêmeas		Machos		Total	
	N	%	N	%	N	%
1	31	7,58	94	15,36	125	12,24
2	64	15,65	159	25,98	223	21,84
3	185	45,23	223	36,44	408	39,96
4	95	23,23	81	13,24	176	17,24
5	34	8,31	55	8,99	89	8,72
Total	409	100	612	100	1021	100

O grau mais representativo para os jovens foi o 3, com 36,71% (n = 174), seguido pelo grau 2, com 27,85% (n = 132). Enquanto nos adultos, o grau de maior representatividade também foi o 3, com 42,78% (n = 234), seguido pelo grau 4, com 20,66% (n= 113) .

Tabela 23. Grau de digestão dos itens analisados de estômagos jovens e adultos em *P. orbigny* (n = 1021).

Grau de Digestão	Jovens		Adultos		Total	
	N	%	N	%	N	%
1	76	16,03	49	8,96	125	12,24
2	132	27,85	91	16,64	223	21,84
3	174	36,71	234	42,78	408	39,96
4	63	13,29	113	20,66	176	17,24
5	29	6,12	60	10,97	89	8,72
Total	474	100	547	100	1021	100

No conteúdo estomacal dos 23 exemplares analisados, foram encontrados 5 itens alimentares distribuídos em 4 famílias. A tabela a seguir (Tabela 24) apresenta a menor categoria taxonômica de identificação dos itens encontrados nos estômagos de *P. orbigny*.

Os resultados mostram que os itens alimentares com maior porcentagem na frequência de ocorrência (%FO) foi Epheméridae, estando presentes em 22 estômagos, *Chironomus* sp. em 20 e Chironamidae em 18.

Os valores mais altos para porcentagem numérica (%N) foram *Chironomus* sp. (43,41%), Chironamidae (31,86%) e Epheméridae (22,77%).

Para a porcentagem em peso (%P), os valores mais altos foram *Chironomus* sp. (51,76%), Epheméridae (36,19%) e Chironamidae (11,29%).

A porcentagem do índice de importância relativa (%IRI) apontou *P. orbigny* apresentado uma preferência alimentar por *Chironomus* sp. (47,68%), seguida por Epheméridae (32,4%) e Chironamidae (19,46%).

De um modo geral, os resultados da porcentagem do índice de importância relativa (%IRI) apontaram esta espécie como sendo insetívora (Tabela 25), apresentando uma preferência alimentar por Diptera (67,51%).

Não houve diferença no consumo de itens entre fêmeas, machos, jovens e adultos de *P. orbigny*, sendo que todas as categorias consumiram 5 itens diferentes.

Tabela 24. Lista taxonômica dos itens alimentares encontrado nos estômagos de *P. orbigny* (n = 23).

Nome vulgar	Filo (subfilo)	Classe (subclasse)	Ordem	Família	Gênero	Espécie	Maturidade / Sexo**
<b>Inseto A</b>	Arthropoda	Insecta	Diptera*	Ceratopogonidae	-	-	Jov ♂♀ / Adu ♂♀
<b>Inseto B</b>	Arthropoda	Insecta	Diptera*	Chironomidae	-	-	Jov ♂♀ / Adu ♂♀
<b>Inseto C</b>	Arthropoda	Insecta	Diptera*	Chironomidae	<i>Chironomus</i>	-	Jov ♂♀ / Adu ♂♀
<b>Inseto D</b>	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Ephemeridae	-	-	Jov ♂♀ / Adu ♂♀
<b>Inseto E</b>	Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	-	-	Jov ♂ / Adu ♂♀
<b>Tecido vegetal</b>	-	-	-	-	-	-	Jov ♂ / Adu ♂

\* Estágio larval

\*\* Ocorrência dos itens segundo sexo e estágio de vida do consumidor

Tabela 25. Composição da dieta de *P. orbigny* (n = 23) representados por Frequência Relativa de Ocorrência (%FO), Porcentagem Numérica (%N), Porcentagem em Peso (%P) e Índice de Importância Relativa (IRI e %IRI) para cada item alimentar.

Item alimentar		%FO	%N	%P	IRI	%IRI
<b>Insetos</b>	Ceratopogonidae	39,13	1,466	0,166	63,858	0,368
	Chironomidae	78,261	31,867	11,292	3377,674	19,462
	Chironomidae ( <i>Chironomus sp.</i> )	86,957	43,402	51,767	8275,543	47,683
	Ephemeridae	95,652	22,776	36,016	5623,598	32,403
	Gomphidae	13,043	0,293	0,552	11,027	0,064
<b>Plantas</b>	Tecido Vegetal	8,696	0,196	0,207	3,501	0,020
	Total	321,739	100	100	17355,2	100

Uma representação gráfica tridimensional do conteúdo estomacal referente aos eixos %FO, %N, e %P ratificou a dominância de Diptera (Figura 20), estando posicionado perto do vértice D (dominante) e Odonata próximo ao vértice R (raro).

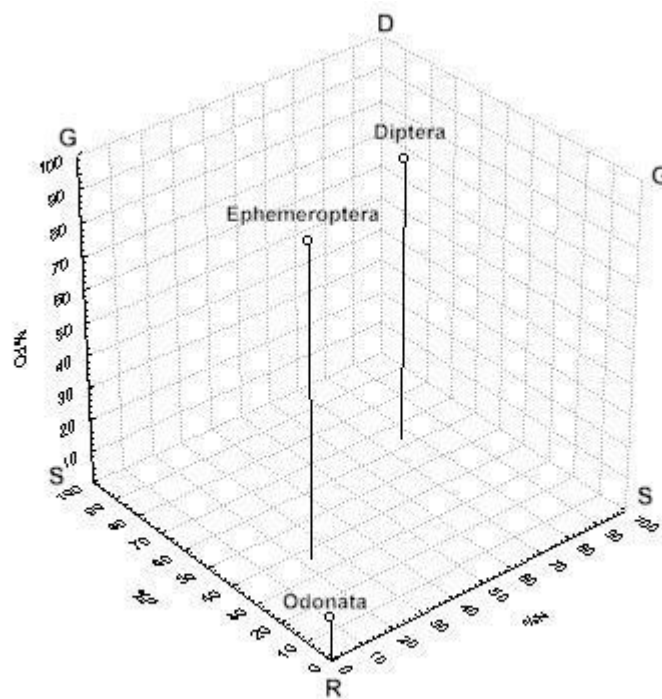


Figura 20. Representação gráfica tridimensional da %IRI da dieta de *P. orbigny*, sendo D – Dominante; R – Raro (referente a presa); G – Generalista e S – Especialista (referente ao consumidor).

Devido à nítida preferência alimentar de *P. orbigny* por insetos, os dados foram agrupados e divididos em três categorias: Diptera; Ephemeroptera e Odonata.

Os valores médios de frequência de ocorrência (FO), peso (P) e número (N) foram analisados para as categorias alimentares. Em relação à frequência de ocorrência, foi observada diferença significativa entre os itens alimentares ( $H = 38,78$ ;  $gl = 2$ ;  $p < 0,05$ ), com exceção de Diptera / Ephemeroptera (Figura 21).

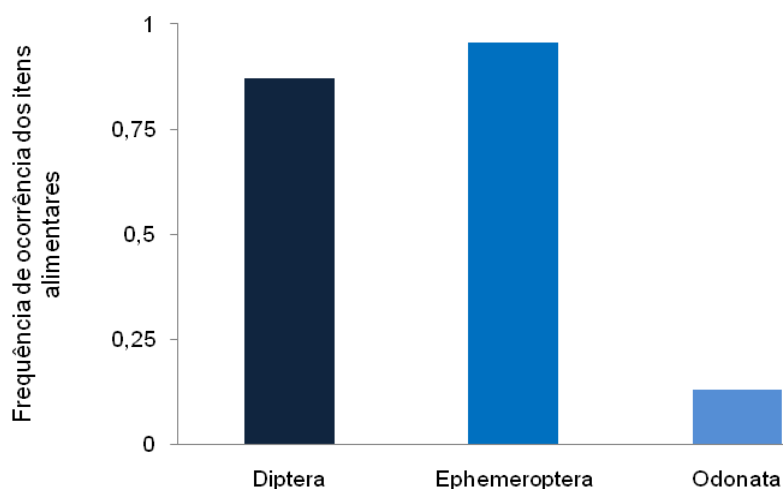


Figura 21. Valores médios das categorias de itens alimentares encontrados em *P. orbigny* em relação à frequência de ocorrência (n = 23).

Em relação ao número, foi observada diferença significativa entre os itens alimentares ( $H = 40,5$ ;  $gl = 2$ ;  $p < 0,05$ ), com exceção de Diptera / Ephemeroptera (Figura 22).

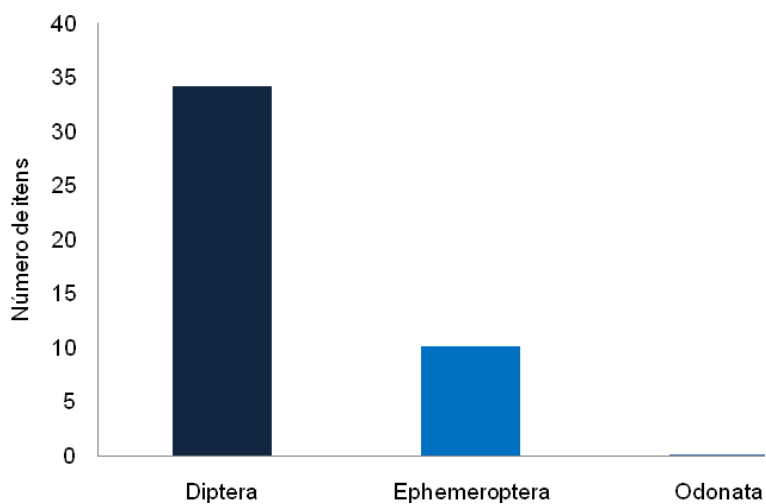


Figura 22. Valores médios das categorias de itens alimentares encontrados em *P. orbigny* em relação ao número (n = 23).

O peso não apresentou diferença significativa entre os itens alimentares ( $H = 0$ ;  $gl = 2$ ) (Figura 23).

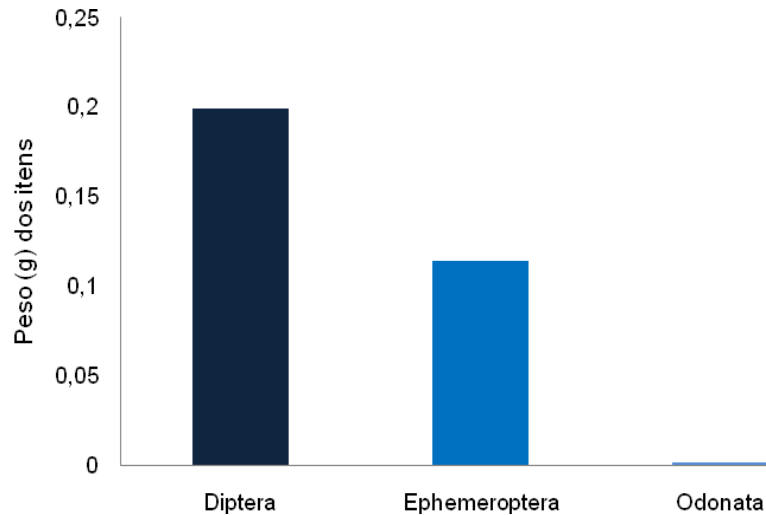


Figura 23. Valores médios das categorias de itens alimentares encontrados em *P. orbigny* em relação ao peso ( $n = 23$ ).

Diptera e Ephemeroptera foram os principais itens consumidos pelas fêmeas de *P. orbigny*, com Ephemeroptera apresentando uma maior %FO e %P, enquanto Diptera apresentou uma maior %N. Diptera demonstrou ser o principal item consumido pelos machos, apresentando uma maior %N e %P em relação aos outros itens. Entretanto, Ephemeroptera esteve presente em todos os estômagos analisados (Tabela 26).

Tabela 26. Composição da dieta de fêmeas (n = 12) e machos (n = 11) de *P. orbigny*, representados por Frequência Relativa de Ocorrência (%FO), Porcentagem Numérica (%N), Porcentagem em Peso (%P) e Índice de Importância Relativa (IRI e %IRI) para os grandes grupos.

<b>Fêmeas</b>	<b>%FO</b>	<b>%N</b>	<b>%P</b>	<b>IRI</b>	<b>%IRI</b>
Diptera	83,33	61,61	42,58	8682,78	<b>49,85</b>
Ephemeroptera	91,67	38,14	57,12	8732,04	<b>50,12</b>
Odonata	8,33	0,24	0,30	4,57	0,03
Total	183,33	100	100	17419,39	100
<b>Machos</b>					
Diptera	90,91	87,09	80,55	15240,54	<b>82,88</b>
Ephemeroptera	100,00	12,58	18,69	3126,83	17,01
Odonata	18,18	0,33	0,76	19,77	0,11
Total	209,09	100	100	18387,14	100

A figura a seguir apresenta uma representação gráfica tridimensional do conteúdo estomacal referente aos eixos %FO, %N, e %P para fêmeas e machos de *P. orbigny* (Figura 24).

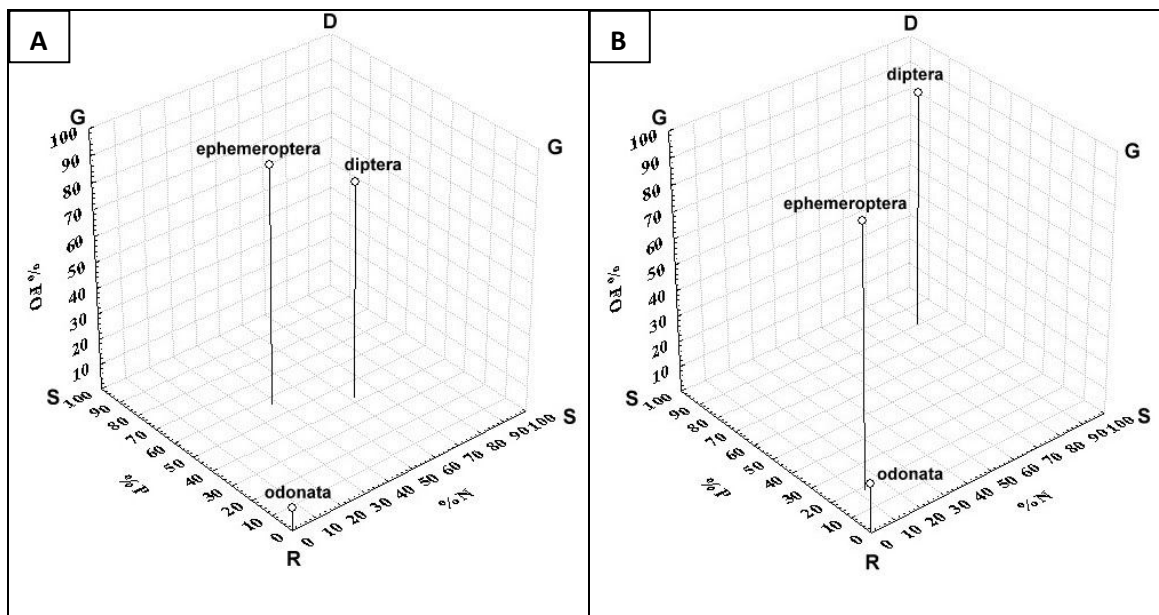


Figura 24. Representação gráfica tridimensional da %IRI de fêmeas (A) e machos (B) de *P. signata*. D – Dominante; R – Raro (referente à presa); G – Generalista e S – Especialista (referente ao consumidor).

A porcentagem do Índice de Importância Relativa (%IRI) das fêmeas e machos adultos em relação às fêmeas e machos jovens apresentaram uma diminuição no consumo de Diptera e um aumento de Ephemeroptera (Tabela 27).

Tabela 27. Porcentagem Índice de Importância Relativa (%IRI) calculados para o grupo dos insetos de *P. orbigny* por categoria de sexo e maturidade.

Insetos	%IRI Jovens		%IRI Adultos	
	F	M	F	M
Diptera	96,45	90,43	38,71	74,64
Ephemeroptera	3,55	9,49	61,25	25,20
Odonata	0	0,08	0,04	0,16
Total	100	100	100	100

Os resultados do IRI e sua porcentagem dos itens alimentares foram comparados através do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para das categorias de sexo e maturidade. (Tabela 28).

Tabela 28. Teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para o Índice de Importância Relativa (IRI e %IRI) comparando as principais categorias alimentares por sexo e maturidade em *P. orbigny*. Os valores em negrito apontam as diferenças significativas.

Categorias gerais dos itens/IRI		Fêmeas	Machos	$\chi^2$	Jovens	Adultos	$\chi^2$
Diptera	IRI	8682,78	15240,54	<b>1797,586</b>	14282,25	9607,18	<b>914,893</b>
	%IRI	49,85	82,89	<b>8,224</b>	90,75	52,46	<b>10,238</b>
Ephemeroptera	IRI	8732,04	3126,83	<b>2649,357</b>	1449,85	8692,95	<b>5172,388</b>
	%IRI	50,13	17,01	<b>16,338</b>	9,21	47,47	<b>25,826</b>
Odonata	IRI	4,57	19,77	<b>9,492</b>	6,57	14,10	2,743
	%IRI	0,03	0,11	0,046	0,04	0,08	0,013

Uma representação gráfica das porcentagens do Índice de Importância Relativa evidenciou a alta preferência dos jovens por Diptera e por apresentar valores baixos, o item Odonata não apareceu na representação (Figura 25).

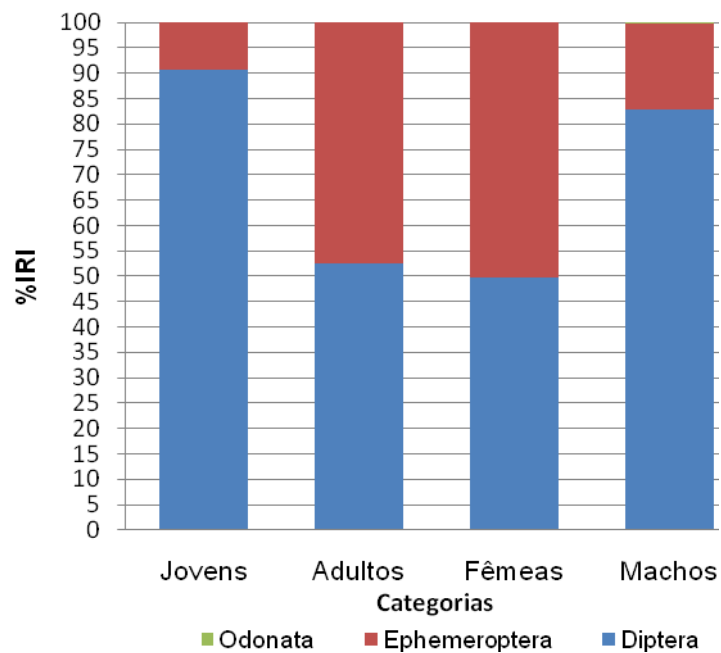


Figura 25. Representação gráfica da porcentagem do Índice de Importância Relativa (%IRI) por maturidade e sexo verificado para o grupo dos insetos em *P. orbigny*.

Uma representação gráfica das classes de tamanho, como feito para *P. signata*, não pode ser realizado para *P. orbigny* devido à baixa amostragem da espécie.

### 5. 2.3 *P. signata* x *P. orbigny*

A análise de similaridade (ANOSIM one way - Primer) comparou os resultados de %IRI entre as duas espécies, considerando sexo e maturidade. Não apresentaram diferenças significativas exemplares jovens (similaridade de 93,06%,  $R = <0,25$ ) e fêmeas (similaridade de 87,76%,  $R = <0,25$ ). Entretanto, uma diferença significativa, mas com sobreposição de grupos, foram verificadas para os adultos (similaridade encontrada de 17,36%,  $R = 0,53$ ) e machos (similaridade de 20,13%,  $R = 0,51$ ).

## 6. Discussão

### 6.1 Amostragem

Com o aumento dos estudos da ictiofauna da bacia do rio Parnaíba, novos registros de ocorrência de espécies tem sido apontados. Santos *et al.* (2009) apontaram cinco espécies de peixes como nova ocorrência. Costa *et al.* (2010) descreveram uma espécie nova de Rivulidae para o rio Canindé, tributário do rio Parnaíba.

Assim, com esse grande número de informações novas sendo gerada, a existência de outro potamotrigonídeo na bacia do Parnaíba já era esperada. Com a coleta de *P. orbigny* a hipótese levantada por Rosa (1985), que apontava a possibilidade de uma segunda espécie de raia de água estar presente no rio Parnaíba, foi comprovada.

Ramos *et al.* (2007), realizaram um trabalho sobre percepção ambiental de raias de água doce no rio Canindé, tributário do Parnaíba, onde relataram a presença de duas espécies que identificaram como pertencentes ao gênero *Potamotrygon*.

Wanderley (2009) no seu estudo de revisão taxonômica de *P. signata*, encontrou espécimes que possuíam características que se assemelhavam a *P. orbigny*, mas os apontou como *Potamotrygon. aff. orbigny* por não ter certeza de sua identidade. Assim, a autora concluiu que se fazia necessário uma amostragem maior para confirmar a presença da espécie na bacia do rio Parnaíba, entretanto, continua sendo endêmica desta bacia.

*P. orbigny* pode corresponder a um complexo de espécies, distribuído em diferentes bacias hidrográficas (Rosa *et al.*, 2010). Com o registro da ocorrência de *P. orbigny*, a presença de mais um potamotrigonídeo foi confirmada na bacia do rio Parnaíba. Assim, *P. signata* não é a única espécie de raia de água doce presente na bacia, na região do Piauí (Moro *et al.*, 2010).

A coleta de um grande número de exemplares na região de Uruçuí ocorreu devido à formações de lagos naturais no período da seca. Com a água estagnada nos lagos, provavelmente ocorre uma maior concentração das raias

de água doce devido a abundância de presas nessas áreas ou agregações para reprodução.

Menezes (1953) indicou que as raias são abundantes no rio Poti, tributário do rio Parnaíba, durante o período de seca, mas que no período de chuva essa abundância diminui. Rosa (1985) levantou a hipótese que as raias de água doce dessa bacia migram rio abaixo durante a estação chuvosa e que retornam para o curso superior durante a estação seca.

A proporção sexual esperada para raias de água tende a ser próxima de 1:1 (Rosa *et al*, 2010). Na bacia do rio Parnaíba a relação encontrada entre o número de machos e números de fêmeas em *P. signata* foi de 1:1,56 e em *P. orbigny* de 1:1,09, é similar a proporção registrada pela literatura (Charvet-Almeida, 2006; Rincon, 2006).

Os exemplares de *P. orbigny* (LD<sub>max</sub> 345mm) foram menores que os de *P. signata* (LD<sub>max</sub> 224mm). Charvet-Almeida (2006) e Rincón (2006) apontam *P. orbigny* como sendo uma espécie de pequeno e médio porte. Oldfield (2005) classificou *P. signata* e *P. orbigny* como de pequeno porte, alcançando larguras máximas de disco entre 23 e 29 cm. Contudo, o tamanho máximo encontrado para *P. signata*, excede o citado na literatura.

Com relação ao tamanho dos exemplares coletados, as fêmeas apresentaram um tamanho maior (LD) que os machos em ambas as espécies. Essa diferença é observada em várias espécies de raias de água doce, sugerindo uma relação com a biologia reprodutiva (Rincón, 2006; Garrone Neto, 2009; Rosa *et al*, 2010).

## 6.2 Alimentação

A morfologia externa dos estômagos de praticamente todos os elasmobrânquios se assemelha ao formato de um “J” (Holmgren & Nilsson, 1999). Para as raias de água doce, esse formato já havia sido observado anteriormente em *P. motoro* e *P. henlei* por Pântano-Neto (2001) e em *P. orbigny*, *P. leopoldi* e *Paratrygon aiereba* por Charvet-Almeida (2006).

Uma diferença na rugosidade da superfície interna dos estômagos de *P. signata* e *P. orbigny* foi observada. Pântano-Neto (2001) encontrou diferenças

na rugosidade entre *P. motoro* e *P. henlei*. Charvet-Almeida (2006) encontrou semelhanças na conspicuidade das pregas de *P. leopoldi* e *P. aiereba*, que se diferenciaram do padrão de pregas apresentada por *P. orbigny*.

A superfície interna do estômago *P. signata* apresentou uma rugosidade, semelhante a encontrada por Pântano-Neto (2001) em *P. henlei* e Charvet-Almeida (2006) em *P. leopoldi*. A rugosidade do estômago de *P. orbigny* são menos desenvolvidas, apresentando o mesmo padrão encontrado para espécie no rio Xingu, por Charvet-Almeida (2006) e em *P. motoro* por Pântano-Neto (2001). É possível que o grau de intensidade da rugosidade interna dos estômagos esteja relacionado com os hábitos alimentares de cada espécie e que possa ser um determinante para que *P. signata* explore uma maior variedade de itens alimentares.

Um alto número de estômagos, de ambas as espécies analisadas, apresentaram substância amorfa associada a outros itens alimentares, sendo comumente observada nos estômagos de em *P. signata* (88,1%) e *P. orbigny* (86,9%). Esta associação também foi considerada comum por Charvet-Almeida (2006) em *P. leopoldi*, *P. orbigny* e *P. aiereba*. Contudo, Charvet-Almeida (2001) encontrou um alto número de estômagos apresentando apenas substância amorfa em *Plesiotrygon iwamae*.

Em *P. orbigny*, nenhum estômago vazio foi encontrado e a porcentagem de estômagos vazios foi considerada baixa para *P. signata* (5,08%). A ausência de estômagos vazios também foi verificado por Patano-Neto (2001) e Silva & Uieda (2007) em *P. motoro*. Porcentuais semelhantes em relação ao baixo número de estômagos vazios foram encontrados por Lasso (1996) em *Paratrygon aiereba* (3%); Charvet-Almeida (2006) em *P. leopoldi* (8,2%); Rincón (2006) em *P. orbigny* (3,8%) e Shybuya *et al.* (2009) em *P. motoro* (7,5%). No entanto, percentuais mais altos de estômagos vazios foram encontrados por Lasso (1996) em *P. orbigny* (24%); Charvet-Almeida (2006) em *P. orbigny* (58%) e *P. aiereba* (52%); Silva e Uieda (2007) em *P. falkneri* (20%); Shybuya *et al.* (2009) em *P. orbigny* (37%) e *P. aiereba* (38,2%).

O alto número de estômagos apresentando itens alimentares associados a substância amorfa e um baixo índice de estômagos vazios, indica que provavelmente estas espécies estariam se alimentando no momento da

captura ou tinham se alimentado recentemente, favorecendo em especial a identificação dos itens alimentares.

*P. signata* apresentou uma predominância de estômagos com nível de repleção 2 ( $\frac{1}{2}$  cheio, 33,9%), enquanto que *P. orbigny* apresentou predominância do nível 1 ( $\frac{1}{4}$  cheio, 39,13%). No estudo de Charvet-Almeida (2006), *P. orbigny*, *P. aiereba* e *P. leopoldi* apresentaram baixos níveis de repleção. Silva *et al.* (2006) e Almeida (2010) encontraram o nível de repleção 1 ( $\frac{1}{4}$  de cheio) predominante em *P. orbigny* e *P. motoro*

Wetherbee *et al.* (1990), estudando elasmobrânquios marinhos, verificaram que altas porcentagens de estômagos vazios ou de baixos níveis de repleção são característica comum para o grupo. Os resultados de outros estudos confirmam que esta parece ser uma característica comum para as raias de água doce (Charvet-Almeida, 2006).

O teste de Qui-quadrado em *P. signata* apontou diferenças significativas dos níveis de repleção apenas entre jovens e adultos. Resultado semelhante foi observado por Charvet-Almeida (2006) em *P. leopoldi*, sugerindo que possa haver diferenças nos hábitos alimentares associadas à maturidade. Contudo, *P. orbigny* não apresentou diferenças significativas dos níveis de repleção, uma vez que a mesma autora encontrou diferença no nível de repleção de machos, fêmeas, jovens e adultos para mesma espécie.

O grau de digestão mais frequente das duas espécies apontava partes externas e massa muscular dos itens parcialmente digeridas (grau 3, representando, aproximadamente, 40% dos itens) seguido pelo grau 4 para *P. signata* (20,07%) ou pelo grau 2 para *P. orbigny* (21,84%). Os resultados obtidos no grau de digestão por sexo e maturidade sexual foram semelhantes. A predominância destas duas categorias de grau de digestão, como apontado por Charvet-Almeida (2006), indicam que poderia haver pouco tempo da ingestão do item e que a raia possivelmente estaria em busca do alimento no momento da coleta.

A tática utilizada por *P. signata* e *P. orbigny* parece ser do tipo especulador de substrato e parece ser a mais comum para as raias de água doce. Garrone Neto (2009), através de observações subaquáticas, realizou um estudo de comportamento alimentar de *P. motoro* e *P. falkneri* e encontrou três

padrões na alimentação das espécies. O padrão mais frequente parece ser o que as raias revolveram o substrato, através da ondulação das nadadeiras peitorais. Outra tática observada foi o forrageamento junto a superfícies verticais ou inclinadas, levando os animais a expor face anterior do disco para fora da água. Na terceira tática, as raias se aproximavam de locais rasos e investiam contra cardumes de peixes. Essa última tática também foi verificada por Achenbach & Achenbach (1976) e Charvet-Almeida (2006).

Alguns trabalhos apontam que os tubarões apresentam um padrão de alimentação intermitente (Cortés & Gruber, 1990; Wetherbee & Cortés, 2004). Como os horários de amostragem não foram definidos, determinado horário de coleta poderia favorecer a presença de algum conteúdo alimentar. Entretanto, os resultados do presente trabalho indicam que *P. signata* e *P. orbignyi* não apresentam um período preferencial para ingestão do alimento, sugerindo uma constante busca por alimento. Esse mesmo padrão de atividade na alimentação foi observado em *P. orbignyi* por Charvet-Almeida (2006), no médio rio Xingu (PA) e por Rincón (2006), no rio Paranã (GO). Entretanto, algumas raias de água doce apresentam um horário preferencial de alimentação, como registrado por Charvet-Almeida (2006) através de observações diretas de *P. leopoldi* e *Paratrygon aiereba*, e Garrone Neto (2009), em *P. motoro* e *P. falkneri*, verificaram a preferência dessas espécies em se alimentar no período noturno. Este mesmo padrão é encontrado em algumas espécies de tubarões (Cortés & Gruber, 1990; Wetherbee & Cortés, 2004).

A presença de fragmentos de vegetais na análise de conteúdo do estômago de raias de água doce também foi observado por diversos autores (Charvet-Almeida, 2001, 2006, Rincon, 2006; Lonardoní *et al.*, 2006; Almeida *et al.*, 2010; Garrone Neto, 2009), o que contribui com a hipótese de que raias apresentam a tática alimentar especuladora de substrato. A baixa frequência de ocorrência de tecido vegetal no presente trabalho aponta que possivelmente esses fragmentos não fazem parte da dieta destas espécies.

Os resultados da porcentagem de frequência relativa (%FO), porcentagem numérica (%N) e porcentagem em peso (%P) indicam que *P.*

*signata* apresentou uma preferência por Diptera (*Chironomus* sp.) e Ephemeroptera (Ephemeridae).

O Índice de Importância Relativa (IRI) geral e sua porcentagem (%IRI) consideraram todas as porcentagens anteriores e confirmou que *P. signata* é uma espécie insetívora, apresentando uma preferência por larvas de Diptera (*Chironomus* sp.) e Ephemeroptera (Ephemeridae).

As fêmeas e machos de *P. signata* consumiram número de itens diferentes: fêmeas (n = 16) e machos (n = 11). Os valores de IRI apresentaram diferenças significativas entre fêmeas e machos em relação aos insetos analisados (Diptera, Ephemeroptera, Odonata e outros). As fêmeas apresentaram uma preferência semelhante por Diptera e Ephemeroptera, enquanto que os machos uma preferência maior por Diptera.

Os jovens e adultos de *P. signata* consumiram número de itens diferentes: jovens (n = 7) e adultos (n = 17) e apresentaram diferenças significativas de IRI para todas as categorias analisadas. Os jovens e adultos apresentaram uma preferência por larvas de Diptera, contudo, os exemplares adultos apresentam uma diminuição da preferência por Diptera e um aumento no consumo de Ephemeroptera.

O resultado da porcentagem de frequência relativa (%FO) apontou *P. orbigny* apresentando uma preferência por Ephemeroptera (Ephemeridae) e diptera (*Chironomus* sp.). O resultado de porcentagem numérica (%N) apresentou *Chironomus* sp. e Chironomidae como principais itens. A porcentagem em peso (%P) indicou *Chironomus* sp. como principal item, seguido por Ephemeridae.

O índice de importância relativa (IRI) geral e sua porcentagem (%IRI) confirmaram que *P. orbigny* é uma espécie insetívora, apresentando uma preferência por larvas de Diptera (*Chironomus* sp.) e Ephemeroptera (Ephemeridae).

As fêmeas e machos de *P. orbigny* consumiram o mesmo número de itens (n = 5). Os valores de IRI apresentaram diferenças significativas entre fêmeas e machos em relação aos itens analisados. As fêmeas parecem apresentar uma preferência semelhante por Diptera e Ephemeroptera, enquanto que os machos uma preferência maior por Diptera.

Os jovens e adultos de *P. orbigny* consumiram o mesmo número de itens ( $n = 5$ ). Os valores de IRI apresentaram diferenças significativas entre jovens e adultos em relação aos itens consumidos. Os jovens apresentaram uma restrita preferência por larvas de Diptera e os exemplares adultos apresentaram um aumento no consumo de Ephemeroptera, sugerindo haver um câmbio alimentar da fase jovem para fase adulta.

Adultos de ambas as espécies apresentam dimorfismo sexual no formato dos dentes, podendo indicar diferenciação nas dietas. As fêmeas de *P. signata* apresentam dentes achatados e poligonais e os machos pontiagudos e cônicos. Entretanto, para *P. orbigny*, foram verificados em fêmeas, dentes tricúspides e, em machos, monocúspides.

Entretanto, a diferença de dieta entre fêmeas e machos pode estar relacionada como uma estratégia reprodutiva utilizada pelas raias de água doce, chamada matrotrofia trofodermata (Charvet-Almeida *et al.*, 2005). As preferências alimentares entre os sexos, possivelmente indica que alguns itens podem contribuir com um maior aporte de nutrientes para reprodução. Charvet-Almeida (2006) apontou que fêmeas grávidas poderiam realizar uma busca por nutrientes mais relacionados à formação dos embriões ou que a busca ficaria prejudicada, pois, estariam menos ágeis.

Trabalhos relacionados aos hábitos alimentares geralmente não fazem discriminação entre os sexos, apresentando apenas o padrão alimentar da espécie. Entre os poucos trabalhos que verificaram esses aspectos, Lasso *et al.* (1996), nos llanos venezuelanos, encontraram Diptera como principal item consumido pelos machos (58%) e Ephemeroptera pelas fêmeas (61%). Charvet-Almeida (2006), no rio Xingu, verificou uma maior representação de camarões e caramujos em fêmeas de *P. leopoldi* e peixes e insetos para os machos. Entretanto, Almeida *et al.* (2010), para *P. motoro*, e Garrone Neto (2009), para *P. motoro* e *P. falkneri*, não encontraram diferença na composição da dieta entre os sexos das espécies estudadas.

Os principais itens ingeridos por indivíduos jovens de raias de água doce são moluscos, crustáceos e larvas de insetos, enquanto que indivíduos adultos preferem peixes e caranguejos (Achenbach & Achenbach, 1976). Rincón (2006), na região do rio Paranã (GO), observou variações ontogenéticas na

dieta de *P. orbigny*, com jovens se alimentando de larvas de Diptera durante o estágio de vida inicial e, com o desenvolvimento, substituindo esse item principalmente por larvas de Ephemeroptera, e o aparecimento de outros insetos (Odonata, Trichoptera e Coleoptera) na sua alimentação. Garrone Neto (2009), registrou em *P. motoro* e *P. falkneri*, na região do rio Alto Paraná, as espécies apresentando um hábito alimentar insetívoro durante seus primeiros anos de vida e passando incluir moluscos gastrópodes, camarões e posteriormente peixes em sua dieta, conforme seu desenvolvimento.

As diferenças ontogenéticas encontradas sugerem que variações no desenvolvimento da dentição e da musculatura bucal possibilitam essas transições no hábito alimentar. As mudanças provavelmente podem estar associadas à maior ganho energético para suprir as necessidades inerentes a cada etapa do desenvolvimento (Charvet-Almeida, 2006). Câmbio alimentar ontogenético em raias marinhas também são frequentes e foram observados em diversas espécies (Stillwell & Kohler, 1985; Muto *et al.*, 2001; Bellagia *et al.*, 2008; Bornatowski *et al.*, 2007; Mabragaña & Giberto, 2007; Schwingel & Assunção, 2010).

Considerando que *P. orbigny* é uma espécie de habitat generalista e amplamente distribuída (Rosa *et al.*, 2010), variações na sua dieta poderiam ser esperadas. Contudo, diversos trabalhos realizados apontaram a espécie como predominantemente insetívora. Lasso *et al.* (1996), nos llanos venezuelanos analisaram a frequência de ocorrência dos itens na dieta e registraram Diptera, Ephemeroptera, Odonata e Coleoptera como os mais frequentes. Charvet-Almeida (2006) e Silva *et al.* (2006), no rio Xingu (PA), utilizando a porcentagem do Índice de Importância Relativa (%IRI), encontraram um alto valor para Ephemeroptera (Polymitarcyidae) na dieta. Rincón (2006), no rio Paraná, utilizando a porcentagem do Índice de Importância Relativa (%IRI), encontrou Ephemeroptera (87,49%), representado por Ephemeridae e Leptophlebiidae, como principal item na dieta. Melo *et al.* (2007), no rio Juruá (AC), utilizando o método dos pontos (IP), que avalia a frequência de ocorrência e o volume relativo, também encontraram uma dieta composta por Ephemeroptera (Polymitarcyidae), onde  $IP = 0,82$ . Shibuya *et al.* (2007), no rio Negro (AM), avaliando a frequência de ocorrência (%FO) e

percentual de peso (%PE) como índices, verificaram o item Odonata (Gomphidae) como principal item da dieta: FO = 75%; PE = 64,5%. Shibuya *et al.* (2009), no rio Negro (AM), utilizando a porcentagem do Índice de Importância Relativa (%IRI) encontraram 73,9% da dieta sendo representada por Odonata (Gomphidae).

Entretanto, *P. motoro* é considerada amplamente distribuída na região Neotropical e de habitat generalista (Rosa, 1985; Rosa *et al.* 2010) e, ao contrário de *P. orbigny*, parece ser uma espécie que apresenta uma grande variedade e plasticidade nos hábitos alimentares (Almeida *et al.*, 2010). Pântano-Neto & Souza (2002), no rio Cristalino (GO), identificou uma dieta composta principalmente por Diptera e (Chironomidae); Lonardon *et al.* (2006), no rio Paraná (PR), verificaram para espécie a preferência por moluscos nas estação de cheia e insetos na seca; Melo *et al.* (2007), no rio Juruá (AC), indicou esta espécie insetívora; Shibuya *et al.* (2007), no rio Negro (AM) verificaram que o item preferencial foram os crustáceos; Silva & Uieda (2007), no rio Paraná (SP e MS), observaram os insetos e peixes como item preferencial alimentar da espécie; Almeida *et al.* (2010), na Ilha do Marajó (PA), verificou Decapoda o item preferencial e Garrone Neto (2009), ao longo do Rio Paraná, encontrou Gastropoda como principal item alimentar.

Aspectos morfológicos podem estar relacionados com preferência alimentar de *P. orbigny*. A espécie apresenta dentes frágeis e diminutos e seu sistema digestivo frágil pré-esofágico pode estar relacionado com a ingestão de presas frágeis e de pouca resistência a predação, condizentes com o hábito insetívoro encontrado pela espécie. O número de cinco papilas orais no interior da boca parece ser frequente em espécies com dieta dominante de invertebrados (Rincon, 2006).

Do ponto de vista ecológico, não seria vantajoso ambas as espécies compartilharem o mesmo recurso. No entanto, parece haver uma alta disponibilidade de insetos no ambiente, sendo aparentemente compensatório o valor energético desses itens para *P. signata* e *P. orbigny*. Como as duas espécies apresentam sulcos labiais, Rincón (2006) e Pântano-Neto (2001) sugerem que a protabilidade da boca, evidenciada pela presença de sulcos labiais, permitiria brusca alteração do volume buco-faríngeo, provocando a

sucção de itens alimentares aglomerados tais como larvas de insetos, facilitando a ingestão de uma grande quantidade de item de uma só vez.

A coexistência de raias de água doce já foi verificada em outros trabalhos. Lasso *et al.* (1996) apontaram *P. aiereba* piscívora e *P. orbignyi* nos llanos venezuelanos. Shibuya *et al.* (2007) analisaram a dieta de quatro espécies no rio Negro e observaram que os crustáceos ocorreram com maior frequência no conteúdo estomacal de *P. motoro* e *P. hystrix*, demonstrando o compartilhamento de item por essas duas espécies, enquanto que *P. orbignyi* apresentou preferência por insetos e, *P. aiereba*, por peixes.

Charvet-Almeida (2006), no médio rio Xingu, observou que três espécies de raias de água doce que ocorrem na região se alimentam de itens distintos, não havendo sobreposição trófica. A autora verificou que *P. orbignyi* preferencialmente é insetívora, *P. aiereba*, piscívora e, *P. leopoldi*, se alimenta principalmente de uma espécie de caramujo.

Shibuya *et al.* (2009), no médio rio Negro, analisaram a dieta de quatro espécies de raias de água. *P. motoro* consumiram principalmente camarões e caranguejos, os conteúdos estomacais de *P. orbignyi* foram compostos predominantemente por larvas de insetos, enquanto *Potamotrygon* sp. “cururu” consumiu também camarões, caranguejos e larvas de insetos, e *P. aiereba*, ingeriu preferencialmente peixes.

Lonardoni *et al.* (2006) verificaram que *P. falkneri* e *P. motoro* convivem em simpatria no rio Paraná, apresentando a preferência por itens alimentares distintos. No período de seca, *P. falkneri* consumiu predominantemente peixes e *P. motoro* ingeriu insetos aquáticos e na cheia, havendo uma sobreposição trófica com a dieta de ambas composta principalmente por moluscos.

Desta forma, com *P. signata* e *P. orbignyi* explorando os mesmos recursos, pode estar ocorrendo interações competitivas entre as espécies. Como verificado por Lonardoni *et al.* (2006) para outras espécies, é possível que *P. signata* e *P. orbignyi*, na bacia do rio Parnaíba, possam apresentar uma composição das dietas sazonalmente distintas e possivelmente associada à variação na disponibilidade dos recursos alimentares. Contudo, são necessários outros estudos para verificar essa hipótese.

## 7. Conclusões

Com maiores amostragens na bacia do rio Parnaíba, o novo registro de ocorrência de *P. orbignyi* contribui para melhor compreensão da ictiofauna da bacia e confirma que *P. signata* não é a única espécie de raia de água doce presente no rio Parnaíba.

O formato característico dos estômagos dos elasmobrânquios foi verificado para as duas espécies estudadas, porém, a intensidade da rugosidade interna apresentou uma leve diferença entre elas e pode estar relacionado com os hábitos alimentares de cada espécie. Os baixos números de estômagos vazios, os baixos níveis de repleção e os itens alimentares pouco digeridos para ambas as espécies, favoreceram as análises da dieta no presente trabalho.

O conteúdo de *P. signata* e *P. orbignyi* indicou que as duas espécies apresentaram uma evidente preferência por insetos. Apesar do domínio dos insetos nas análises do conteúdo estomacal de *P. signata*, a espécie apresentou uma maior diversidade na dieta, sendo encontrado camarão, outros pequenos crustáceos, moluscos e um peixe.

Diferenças significativas associada ao sexo e ao desenvolvimento ontogenético foram registradas nas dietas das duas espécies. A diferença entre sexo pode estar relacionado diretamente com reprodução, ocasionando o consumo de itens com maior aporte energético. Aspectos morfológicos, como musculatura bucal ou dentição podem estar associados com a mudança ontogenética na preferência alimentar dos itens consumidos.

*P. signata* e *P. orbignyi* não apresentaram um período preferencial para a busca de alimento. Ambas as espécies são consideradas predadoras e utilizam tática alimentar do tipo especulador de substrato na busca dos itens alimentares. Os hábitos alimentares das duas espécies indicam que ocorre uma sobreposição das dietas, sugerindo que elas compartilham a mesma posição de predadoras na cadeia trófica. Com ambas as espécies explorando os mesmos itens alimentares, interações competitivas entre *P. signata* e *P. orbignyi* pode estar ocorrendo, no entanto, pode haver uma alta disponibilidade de insetos no ambiente.

## 8. Referências Bibliográficas

- Achenbach, G.M.; Achenbach, S.V.M. 1976. Notas acerca de algunas especies de raya fluvial (Batoidei, Potamotrygonidae), que frecuentan el sistema hidrográfico del río Parana medio en el Departamento la Capital (Santa Fe-Argentina). **Comunicaciones de Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino"**. 8: 1-34 p.
- Aguiar, A.A.; Valentin, J.L. 2010. Biología e ecología alimentar de elasmobrânquios (Chondrichthyes: Elasmobranchii): uma revisão dos métodos e do estado da arte no Brasil. **Oecol. Aust.**, 14(2): 464-489 p.
- Almeida, M.P. 2003. Pesca, policromatismo e aspectos sistemáticos de *Potamotrygon scobina* Garman, 1913 (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) da região da ilha de Colares - Baía de Marajó - Pará. **Dissertação de Mestrado**, Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará. 145 p.
- Almeida, M.P.; Barthem, R.B.; Viana, A.S.; Charvet-Almeida, P. 2008. Diversidade de raias de água doce (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) no estuário amazônico. **Arq. Ciên. Mar.** 41: 82-89 p.
- Almeida, M.P.; Lins, P.M.O.; Charvet-Almeida, P.; Barthem, R.B. 2010. Diet of the freshwater stingray *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) on Marajó Island (Pará, Brazil). **Braz. J. Biol.**, 70(1): 155-162 p.
- Araújo, M.L.G.; Charvet-Almeida, P.; Almeida, M.P.; Pereira, H. 2004 **Freshwater Stingrays (Potamotrygonidae): status, conservation and management challenges**. Information Document, CITES Animals Committee, AC20, Inf. 8, 6 p.

- Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, DL; Santos, A.S. 2003. **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas.** Sociedade Civil Mamirauá, Belém. 291 p.
- Belleggia, M.; Mabragaña, E.; Figueroa, D.E.; Scenna, L.B.; Barbini, S.A.; Astarloa, J.M.D. 2008. Food habits of the broad nose skate, *Bathyraja brachyurops* (Chondrichthyes, Rajidae), in the south-west Atlantic. **Sci. Mar.** 72(4): 701-710 p.
- Bornatowski, H.; Robert, M.C.; Costa, L. 2007. Feeding of guitarfish *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1972) (Elasmobranchii, Rhinobatidae), the target of artisanal fishery in southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography.** 58(1): 45-52 p.
- Callegari-Jacques, S.M. 2004. **Bioestatística: Princípios e aplicações.** Editora Artmed, Porto Alegre. 255 p.
- Carvalho, M.R.; Lovejoy, N.R.; Rosa, R.S. 2003. Family Potamotrygonidae (river stingrays). *In: Checklist of freshwater fishes of South and Central America.* Reis, R.E.; Ferraris, C.J. Jr.; Kullander, S.O. (eds) Editora da Pontifícia Universidade Católica, Porto Alegre. 22-29 p.
- Castex, M.N.; Achembach, G.M. 1965. Notas sobre algunos ejemplares curiosos de la familia Potamotrygonidae Garman, 1913 (Condriichthyes). **Physis**, Buenos Aires. 25(70): 245-247 p.
- Castex, M.N. 1967. Freshwater venomous rays. In *Interneccional Symposium on Animal Toxins.* **Pergamon Press.** Oxford, New York, 167-176 p.
- Charvet-Almeida, P. 2001. Ocorrência, biologia e uso das raias de água doce na baía de Marajó (Pará, Brasil), com ênfase na biologia de *Plesiotrygon iwamae* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Dissertação de mestrado.** Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará. 213 p.

- Charvet-Almeida, P.; Araújo, M.L.G.; Rosa, R.S.; Rincón, G. 2002. Neotropical freshwater stingrays: diversity and conservation status. **Shark News**. 14: 1-2 p.
- Charvet-almeida, P.; Silva, A.J.A.; Rosa, R.S.; Barthem, R.B. 2005. Observações preliminares sobre a alimentação de *Potamotrygon leopoldi* (Potamotrygonidae) no médio rio Xingu - Pará. **III Workshop de Chondrichthyes do Núcleo de Pesquisa e Estudo em Chondrichthyes**. Santos. (CD-ROM).
- Charvet-Almeida, P. 2006. História natural e conservação das raias de água doce (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) no médio rio Xingu, área de influência do projeto hidrelétrico de Belo Monte (Pará, Brasil). **Tese de doutorado**. Universidade Federal da Paraíba. 376 p.
- Compagno, L.J.V.; Cook, S.F. 1995. The exploitation and conservation of freshwater elasmobranchs: status of taxa and prospects for the future. **J. Aquaricult. Aqua. Sci.** 7: 62-90 p.
- Cortés, E.; Gruber, S.H. 1990. Diet, feeding habits and estimates of daily ration of young lemon sharks, *Negaprion brevirostris* (Poey). **Copeia**, 1: 204-218 p.
- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. 54: 726-738 p.
- Costa, W.J.E.M.; Ramos, T.P.A.; Alexandre, L.C.; Ramos, R.T.C. 2010. *Cynolebias parnaibensis*, a new seasonal killifish from the Caatinga, Parnaíba River basin, northeastern Brazil, with notes on sound producing courtship behavior (Cyprinodontiformes: Rivulidae). **Neotropical Ichthyology**. 8(2): 283-288 p.

- Fowler, H.W. 1941. A collection of fresh-water fishes obtained in Eastern Brazil by Dr. Rodolpho von Ihering. **The Academy of Natural Sciences of Philadelphia**. 93: 123-199 p.
- Fowler, H.W. 1948. Os peixes de água doce do Brasil. **Arquivos de Zoologia**. São Paulo. 6: 204 p.
- Fowler, H. W. 1954. Os peixes de água doce do Brasil. **Arquivos de Zoologia**. São Paulo, 9: 400 p.
- Garman, S. 1913. The Plagiostomia (sharks, skates and rays). **Mem. Mus. Comp. Zool.** 36: 515 p.
- Garrone Neto, D. 2009. História natural, diversidade e distribuição de raias na região do alto rio Paraná, Brasil. **Tese de doutorado**. Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”. 204 p.
- Bogotá-Gregory, J.D.; Maldonado-Acampo, J.A. 2006. Peces de la zona hidrogeográfica de la Amazonia, Colombia. **Biota Colombiana**. 7(1): 55-94 p.
- Hacunda, J.S. 1981. Trophic relationships among demersal fishes in a coastal area of the Gulf of Maine. **Fishery Bulletin**. 79(4): 775-788 p.
- Holmgren, S.; Nilsson, S. 1999 Digestive system. *In*: **Sharks, Skates and Rays: the biology of elasmobranch fishes**. Hamlett, W.C. (ed). Baltimore, The Jonh Hopkins University Press. 144-173 p.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**. 17: 411-429 p.
- Lasso, C.A.; Rial, A.B.; Lasso-Alcalá, O. 1996 Notes on the biology of the freshwater stingrays *Paratrygon aiereba* (Müller & Henle, 1841) and

*Potamotrygon orbignyi* (Castelnau, 1855) (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Venezuelan llanos. **Aqua**. 2: 39-52 p.

Lonardoní, A.P.; Goulart, E.; Oliveira, E.F.; Abelha, M. 2006. Hábitos alimentares e sobreposição trófica das raias *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**. 28(3): 195-202 p.

Mabragaña, E.; Giberto, D.A. 2007. Feeding ecology and abundance of two sympatric skates, the shortfin sand skate *Psammobatis normani* McEachran, and the smallthorn sand skate *P. rudis* Günther (Chondrichthyes, Rajidae), in the southwest Atlantic. **Oxford Journals**. 1017-1027 p.

Marion, C. 2006. Métodos para análise de conteúdo estomacal de peixes, com ênfase para os Chondrichthyes. **Monografia**. Universidade de Taubaté (UNITAU). 39 p.

Marques, F.P.L.; Brooks, D.R. 2003. Taxonomic revision of *Rhinebothroides* (Eucestoda: Tetraphyllidea: Phyllobothriidae), parasites of neotropical freshwater stingrays (Rajiformes: Myliobatoidei: Potamotrygonidae). **J. Parasitol.** 89(5): 994-1017 p.

Marques, F.P.L.; Brooks, D.R.; Araújo, M.L.G. 2003. Systematics and phylogeny of *Potamotrygonocetus* (Platyhelminthes, Tetraphyllidea, Onchobothriidae) with descriptions of three new species from freshwater potamotrygonids (Myliobatoidei, Potamotrygonidae). **Zoologica Scripta**. 32: 367-396 p.

Mejía-Falla, P.A.; Navia, A.F.; Mejía-Ladino, L.M.; Acero, A.P.; Rubio, E.A. 2007. Tiburones y rayas de Colombia (Pisces: Elasmobranchii): lista

actualizada, revisada y comentada. **Bol. Invest. Mar. Cost.** 36: 111-149 p.

Melo, S.M.V.; Lima, D.V.M.; Vieira, L.J.S. 2007. Aspectos da alimentação da família Potamotrygonidae (chondrichthyes: Elasmobranchii) na bacia do rio Juruá, Acre, Brasil. **17º Encontro Brasileiro de Ictiologia - EBI.** Itajaí. 153 p.

Menezes, R.S. 1953. Lista de nomes vulgares dos peixes de águas doces e salobras da zona seca do Nordeste e Leste do Brasil. **Arquivos Mus. Nac.** Rio de Janeiro, 42: 343-388 p.

Moro, G.; Rosa, R.S.; Charvet-Almeida, P. 2010. New record of *Potamotrygon orbigny* (Castelnau, 1855) in the Parnaíba river basin, Northeast Brazil. **II Encuentro colombiano sobre Condrictios.** Cali.

Muto, E.Y.; Soares, L.S.H.; Goitein, R. 2001. Food resource utilization of the skates *Rioraja agassizii* (Müller & Henle, 1841) and *Psammobatis extenta* (Garman, 1913) on the continental shelf off Ubatuba, south-eastern Brazil. **Rev. Brasil. Biol.** 61(2): 217-238 p.

Needham, J.G.; Needham, P.R. 1978. **Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces.** Editora Reverté. Barcelona. 131 p.

Nikolsky, G.V. 1963. **The ecology of fishes.** Academic Press, New York. 352 p.

Oldfield, R.G. 2005. Biology, husbandry, and reproduction of freshwater stingrays. **Tropical Fish Hobbyist.** 53(12): 114-116.

Olmos, F.; Brito, G.R.R. 2007. Aves da região da Barragem de Boa Esperança, médio rio Parnaíba, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia.** São Paulo. 15 (1): 37-52 p.

- Paiva, M.P.; Campos, E. 1995. **Fauna do Nordeste do Brasil. Conhecimento científico e popular.** Banco do Nordeste do Brasil, Fortaleza. 273 p.
- Paiva, M.P. 1978. A ictiofauna das Grandes Represas Brasileiras. **Revista DAE.** 38(116): 49-57 p.
- Pântano-Neto, J. 2001. Estudo preliminar da anatomia descritiva e funcional associada à alimentação em raias de água-doce (Potamotrygonidae, Myliobatiformes, Elasmobranchii). **Dissertação de mestrado.** Universidade de São Paulo. 93 p.
- Pântano-Neto, J.; Souza, A.M. 2002. Anatomia da musculatura oro-braquial associada à alimentação de duas espécies de raias de água doce (Potamotrygonidae; Elasmobranchii). **Publ. Avulsas Inst. Pau Bras. Hist. Nat.** 5: 53-65 p.
- Papavero, N. 1971. **Essays on the history of Neotropical Dipterology, with special reference to collectors (1750-1905).** Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1: 216 p.
- Pinkas, L.; Oliphant, M.S.; Iverson, I.L.K. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. **California Fish and Game.** 152: 1-105 p.
- PLANAP - Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba. 2006. **Plano de Ações Estratégicas da Bacia do Parnaíba / Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF.** Brasília-DF: TDA Desenho & Arte Ltda. 130 p.
- Quijada, C.C.D. 2003. Relações filogenéticas intergenéricas de raias neotropicais de água doce (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Dissertação de mestrado,** Universidade Federal da Paraíba. 85 p.

- Ramos, C.L.; Lima, T.A.G.; Lima, R.N. 2007. Percepção ambiental sobre a ecologia de raias de água doce em Francisco Ayres - PI. **VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu.
- Rincon, G. 2006. Aspectos taxonômicos, alimentação e reprodução da raia de água doce *Potamotrygon orbignyi* (Castelnau) (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) no rio Paraná - Tocantins. **Tese de doutorado**. Universidade Estadual Paulista. 132 p.
- Rodriguez, J.C.; Lasso, C.A.; Lasso-Alcalá, O.M. 2005. Dieta de la raya fluvio-estuarina *Potamotrygon sp.* (Myliobatiformes, Potamotrygonidae) em el delta del Orinoco y Golfo de Paria (Venezuela). **Memorias del VIII Simposio Colombiano de Ictiología**, Caracas. 341-348 p.
- Rosa, R.S.; Castello, H.P.; Thorson, T.B. 1987. *Plesiotrygon iwamae*, a new genus and species of Neotropical freshwater stingray (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Copeia**. 447-458 p.
- Rosa, R.S.; Charvet-Almeida, P.; Quijada, C.C.D. 2010. Biology of the South American Potamotrygonid stingrays. *In: Sharks and their relatives II: Biodiversity, adaptive physiology and conservation*. Carrier, J.C.; Musick, J.A.; Heithaus, M.R. (eds). Editora Taylor & Francis Group, New York. 241-286 p.
- Rosa, R.S.; Menezes, N.A.; Britski, H.A.; Costa, W.J.E.M.; Groth, F. 2003. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga. *In: Ecologia e Conservação da Caatinga*. Leal, I.R.; Tabarelli, M.; Silva, J.M.C. Editora Universitária da UFPE, Recife. 135-162 p.
- Rosa, R.S. 1985. A systematic revision of the South American freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Tese de doutorado**. Williamsburg College of William and Mary. 523 p.

- Ruppert, E.E.; Barners, R.D. 1996. **Zoologia dos Invertebrados**. 6ª Edição. Editora Roca, São Paulo. 805 p.
- Santos, S.C.N.; Ramos, T.P.A.; Ramos, R.T.C.; Severi, W. 2009. Levantamento preliminar da ictiofauna do rio Parnaíba. **XVIII Encontro Brasileiro de Ictiologia**. Cuiabá.
- Shibuya, A.; Zuanon, J.A.S.; Araújo, M.L.G., 2007. Composição da dieta de quatro raias da família Potamotrygonidae da bacia do rio Negro, Amazonas, Brasil. **XVII Encontro Brasileiro de Ictiologia**. Itajaí. 201 p.
- Shibuya, A; Araújo, M.L.G.; Zuanon, J.A.S. 2009. Analysis of stomach contents of freshwater stingrays (Elasmobranchii, Potamotrygonidae) from the middle Negro River, Amazonas, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. 4(4): 466-475 p.
- Silva, T.B.; Uieda, V.S. 2007. Preliminary data on the feeding habits of the freshwater stingrays *Potamotrygon falkneri* and *Potamotrygon motoro* (Potamotrygonidae) from the Upper Paraná River basin, Brazil. **Biota Neotropica**. 7(1): 221-226 p.
- Silva, A.J.A.; Charvet-Almeida, P.; Viana, A.S.; Almeida, M.P.; Rosa, R.S. 2006. Biologia alimentar de *Potamotrygon orbignyi* (Castelnau, 1855) (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) na região do médio rio Xingu, Pará. **V Reunião da Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios**. Itajaí. 19 p.
- SRH/MMA - Secretária Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, 2006. **Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba**. Brasília-DF: MMA. 190 p.

- Staeck, W.; Schindler, I. 2006. *Geophagus parnaibae* sp. n. - a new species of cichlid fish (Teleostei: Perciformes: Cichlidae) from the rio Parnaíba basin, Brazil. **Zoologische Abhandlungen**. 55: 69-75 p.
- Stillwell, C.E.; Kohler, N.E. 1985. Food and feeding ecology of the swordfish *Xiphias gladius* in the western North Atlantic Ocean with estimates of daily ration. **Marine Ecology**. 22: 239-247 p.
- Schwengel, P.R.; Assunção, R. 2010. Hábitos alimentares da raia *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) (Elasmobranchii, Rajidae) no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. **Pananjas**. 4(4): 446-455 p.
- Thorson, T.B.; Wotton, R.M.; Georgi, T.D. 1978. Rectal gland of freshwater stingrays, *Potamotrygon* spp. (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Biol. Bull.** 154(3): 508-516 p.
- Thorson, T.B.; Brooks, D.R.; Mayes, M.A. 1983. The evolution of freshwater adaptation in stingrays. **Nat Geog Res Rep**. 15: 663-694.
- Wanderley, C.A. 2009. Redescritção taxonômica e descrição da morfologia esquelética de *Potamotrygon signata* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal da Paraíba. 75 p.
- Wetherbee, B.M.; Cortés, E. 2004. Food consumption and feeding habits. *In*: **Biology of Sharks and Their Relatives**. Carrier, J.C.; Musick, J.A.; Heithaus, M.R. (eds.). Boca Raton, CRC Press. 225-246 p.
- Wetherbee, B.M.; Gruber, S.H.; Cortés, E. 1990. Diet, feeding habits, digestion and consumption in sharks, with special reference to the lemon shark, *Negrapion brevirostris*. *In*: **Elasmobranch as Living Resources: advances in biology, ecology and systematics, and the status of**

**fisheries.** Pratt, H.L.; Gruber, S.H.; Taniuchi, T. (eds.). NOAA Technical Report NMFS. 29-47 p.

Windell, J.T. 1968. Food analysis and rate of digestion. *In: **Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters.*** Ricker, W.E. (ed.). Oxford, Blackwell Scientific Publication. 197-225 p.

Wootton, R.J. 1990. **Ecology of teleosts fishes.** London: Chapman & Hall. 404 p.

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

## APÊNDICES



**Apêndice 1.** Ilustração de um exemplar de Diptera observado no conteúdo estomacal de ambas as espécies.



**Apêndice 2.** Ilustração de um exemplar de Ephemeroptera observado no conteúdo estomacal de ambas as espécies.



**Apêndice 2.** Ilustração de um exemplar de Odonata observado no conteúdo estomacal de ambas as espécies.