



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

DIVERSIDADE E ECOLOGIA DAS RAIAS DE ÁGUA DOCE
(CHONDRICHTHYES: POTAMOTRYGONIDAE) DA RESERVA BIOLÓGICA
DO PARAZINHO, AP

Aluna: Cecile de Souza Gama (Doutorado)

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Souza Rosa

João Pessoa, Paraíba

Setembro, 2013

CECILE DE SOUZA GAMA

**DIVERSIDADE E ECOLOGIA DAS RAIAS DE ÁGUA DOCE
(CHONDRICHTHYES: POTAMOTRYGONIDAE) DA RESERVA BIOLÓGICA
DO PARAZINHO, AP**

**Tese apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ciências
Biológicas da Universidade
Federal da Paraíba – UFPB,
como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do
Título de Doutor em Ciências
Biológicas, na Área de
Zoologia.**

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Souza Rosa

João Pessoa, Paraíba

Setembro, 2013

G184d Gama, Cecile de Souza.

Diversidade e ecologia das raias de água doce (chondrichthyes: potamotrygonidae) da Reserva Biológica do Parazinho, AP / Cecile de Souza Gama.-- João Pessoa, 2013.

227f. : il.

Orientador: Ricardo de Souza Rosa

Tese (Doutorado) – UFPB/CCEN

1. Zoologia. 2. Potamotrygonidae. 3. Ecologia alimentar. 4. Aspectos reprodutivos. 5. Habitat. 6. REBIO - Parazinho-AP.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida, minhas filhas Gabriela e Paula, meu marido Christoph e minha mãe Evany.

E desculpem-me por todo o tempo em que estive ausente, fisicamente ou não.

A ausência aumenta o amor, a presença o fortalece.

Thomas Fuller

Sonhos determinam o que você quer. Ações determinam o que você conquista.

Aldo Novak

AGRADECIMENTOS

Em primeiro, agradeço a Deus, por ter me oferecido todas as ferramentas para trilhar meu caminho até essa conquista;

Agradeço à minha mãe, Evany de Souza Gama, que sempre se dedicou à formação dos seus filhos e que sem ela, eu não teria tido a tranquilidade para cursar as matérias e desenvolver todo o meu trabalho de campo. A sua ajuda com o cuidado das minhas filhas e minha casa foi fundamental.

Ao meu marido, Christoph Jaster, que sempre me apoiou nessa empreitada e que entendeu minhas inúmeras ausências durante esses 4 anos de dedicação ao Projeto, que me ajudou na caracterização da ilha e que se ofereceu para me carregar quando fui ferrada pela terceira vez por uma raia. Ainda bem que não aceitei, senão ele teria ficado muito mais destruído que eu. Sua ajuda na finalização de minha tese foi imensa, nas correções e ideias.

Às minhas filhas, que sempre aguardaram meu retorno dos campos, viagens, reuniões, etc., nunca deixando de me amar.

Aos meus companheiros de trabalho, que ao menos uma vez estiveram comigo na REBIO do Parazinho: Inacia Vieira, Fábio Costa e Admilson Torres e que sempre estiveram à disposição para me ajudar no que fosse preciso durante todo o tempo do projeto.

Aos meus assistentes que me auxiliaram diversas vezes nas anotações, pilotando voadeiras, me acompanhando nas vistorias, pescarias e que ajudaram a alegrar o ambiente durante todas as minhas estadias na reserva: Joely Priscila, Richard Monteiro, Olea de Souza, Geli Cristina, Ronaldo

Santos, Antonino Santos e Moacir Jr.

Ao Sr. Ivo Santos da Silva, que me acompanhou em muitas amostragens, me ensinou e me transmitiu parte de sua experiência de campo e de pescaria e que juntamente com Ronaldo Santos, se mostrou um grande parceiro em todas as horas de campo. Sr. Ivo me auxiliou na captura de exemplares que eu não teria conseguido capturar sem a sua ajuda.

À Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA-AP que viabilizou financeiramente este projeto e possibilitou minha estadia e de toda a minha equipe para o desenvolvimento do projeto.

Ao IEPA (Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá) que viabilizou financeiramente esse projeto e me liberou para cursar as disciplinas na UFPB.

Às Isabel, Regilene e Tânia que não mediram esforços para me ajudar na execução financeira do projeto. Deu tudo certinho!

À toda equipe gestora da REBIO do Parazinho que viabilizou as licenças para o trabalho.

Aos funcionários da REBIO do Parazinho, Pulão, Raimundo e Mauro, que me ajudaram em diversas etapas do trabalho, alegrando as coletas, pilotando durante os dias e as madrugadas e me ajudando na captura de exemplares.

Ao Guilherme Moro, que me acompanhou na viagem de delineamento amostral e me emprestou seu nome para batizar um igarapé da ilha que me forneceu ótimos dados.

À Dra. Irecê Rosa, que foi quem me apontou a possibilidade de ingresso no curso e me apresentou ao meu orientador.

Ao meu orientador Dr. Ricardo de Souza Rosa, que me apresentou ao fantástico grupo das raias de água doce, me estimulou ao máximo, me defendeu sempre que necessário para a execução desse trabalho e que vai sempre me servir de exemplo como orientador atencioso, profissional competente e grande amigo.

RESUMO

As raias de água doce da família Potamotrygonidae são restritas à América do Sul, onde ocorrem nos principais sistemas fluviais. É o único grupo de Elasmobrânquios exclusivo do meio dulcícola, possuindo especializações morfológicas e fisiológicas para a vida neste tipo de ambiente. Em algumas regiões esses animais costumam marcar forte presença no modo de vida das populações ribeirinhas, devido ao elevado potencial de acidentes que representam. O presente trabalho foi desenvolvido na Reserva Biológica do Parazinho, uma ilha do Arquipélago do Bailique, Macapá (AP), localizada na região da foz do rio Amazonas. Teve como objetivo estudar a composição de espécies de raias de água doce, determinando o contingente populacional da taxocenose e conhecendo características biológicas e ecológicas das espécies quanto à sua alimentação, reprodução, movimentação e morfologia. Além disso, buscou-se descrever os padrões de ocupação espacial da ilha pelas espécies. As amostragens aconteceram em regime bimestral de março de 2011 a janeiro de 2013. Para a captura foram utilizados espinhéis, tarrafas, zagaias e tapagem em diferentes momentos da amostragem. No primeiro ano, as raias capturadas eram marcadas com microchips e soltas, após terem sido registradas algumas de suas medidas corporais. Nas coletas subsequentes, as raias recapturadas eram novamente medidas e soltas. No segundo ano, as raias capturadas eram sacrificadas e dissecadas para análise de suas gônadas e aparelhos digestivos. Durante as amostragens eram tomados dados ambientais acerca da qualidade de água. Foram efetuadas 223 capturas, correspondendo a 208 espécimes diferentes de raias durante 82 dias de

amostragem. Foram identificadas oito espécies: *Paratrygon aiereba*, *Potamotrygon motoro*, *P. orbignyi*, *P. scobina*, *P. constellata*, *P. cf. dumerillii*, *Potamotrygon* sp. e *Potamotrygon* sp 1. A análise discriminante entre a proporção da largura do disco e dados morfométricos das espécies mais representativas (*Potamotrygon cf. dumerillii*, *P. motoro*, *P. orbignyi*, *P. scobina* e *P. sp1*) revelou diferenças dimensionais entre as espécies, embora na maioria dos casos não alcançassem níveis significativos. O estudo populacional revelou que a distribuição das raias por sexo foi homogênea e não houve preferência de ocupação das espécies ao longo da ilha. A análise da relação peso comprimento mostrou que machos e fêmeas apresentam alguma diferença no tipo de crescimento, porém, essas diferenças foram pequenas e não significativas ($\alpha=0,05$). A análise de 70 estômagos confirmou hábitos alimentares predadores, tendo como principais recursos invertebrados, predominantemente crustáceos, moluscos, insetos e anelídeos, revelando também alguma diferença no consumo dos itens ao longo do ano e entre as espécies. Observou-se que raias são peixes especialistas com baixa largura de nicho, revelando algum grau de sobreposição espacial e de dieta de acordo com a disponibilidade do recurso alimentar no ambiente. As raias reproduziram-se durante todo o ano, com as espécies alternando seus períodos reprodutivos, com alguma sobreposição de períodos entre espécies, o que pode indicar a possibilidade de hibridização. Verificou-se ainda que os indivíduos são conservadores quanto aos sítios utilizados.

ABSTRACT

Freshwater stingrays of the Potamotrygonidae family are restricted to South America, where they occur in the main river systems. This is the only group within Elasmobranchs that is exclusive to freshwater, thus, presenting morphological and physiological adaptations to this particular environment. In some regions these animals usually have a strong presence in the lifestyle of riparian populations, because of their high potential for accidents with humans. The present study was conducted at the Parazinho Biological Reserve, an island in the archipelago of Bailique, Macapá (AP), located at the mouth of the Amazon River. The study evaluated the composition and structure of freshwater stingray species by determining the taxocenose population contingent and understanding their biological and ecological characteristics such as feeding habits, reproduction, movement, and morphological features. Additionally, their spatial habitat patterns on the island were examined. Samplings were performed bimonthly between March 2011 and January 2013. Longlines, fishnets and spears were used to capture specimens. All specimens collected in the first year were measured and marked with an implanted microchip and subsequently released. In the second year, the captured stingrays were preserved and dissected to analyze their gonads and digestive tracts. A total of 223 animals were caught during the 82 days of sampling, corresponding to 208 different specimens of stingrays. Eight species were identified: *Paratrygon aiereba*, *Potamotrygon motoro*, *P. orbignyi*, *P. scobina*, *P. constellata*, *P. cf. dumerilii*, *Potamotrygon* sp., and *Potamotrygon* sp. 1. Discriminant analysis between the ratio of the disk width and morphometric data of the most representative species (*Potamotrygon* cf. *dumerilii*, *P. motoro*, *P. orbignyi*, *P.*

scobina, and *Potamotrygon* sp. 1) revealed dimensional differences among species, although these did not reach significant levels in most cases. The population study revealed that the distribution of stingrays by gender was homogeneous, and no habitat preference by species was observed along the island. Weight–length relationship analysis showed that males and females have different growth patterns; however, the differences were small and not significant ($\alpha = 0.05$). The analysis of 95 stomachs confirmed predatory activity. The main food source consisted of invertebrates, predominantly crustaceans, mollusks, insects and annelids. The analysis also revealed differences in the consumption of prey throughout the year and among species. It was observed that freshwater stingrays are specialist fish with low niche width, indicating overlaps between spatial movements and dietary patterns based on the availability of food resources in the environment. The animals reproduced throughout the year, following alternate reproductive periods. The observed overlap of reproductive periods among species is indicative of possible hybridization. The study also showed that freshwater stingrays are conservative with regard to site utilization.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iv
AGRADECIMENTOS.....	vi
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
SUMÁRIO.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xvi
LISTA DE TABELAS.....	xxii
Introdução geral.....	1
Área de estudo.....	6
VEGETAÇÃO.....	11
HIDROGRAFIA DA ILHA.....	12
PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	13
Capítulo 1- Caracterização ambiental da REBIO do Parazinho.....	18
1.1- INTRODUÇÃO.....	18
1.2- METODOLOGIA.....	19
1.3- RESULTADOS.....	21
1.4- DISCUSSÃO.....	25
Capítulo 2- Composição e morfometria da taxocenose de raias na REBIO do Parazinho.....	29
2.1- INTRODUÇÃO.....	29
2.2- METODOLOGIA.....	30
2.2.1- Coleta de dados e tratamento das raias.....	33
2.3- RESULTADOS.....	39
2.3.1- Composição da ictiocenose de raias de água doce.....	43
2.3.1.1- <i>Potamotrygon cf. dumerilii</i>	44
2.3.1.2- <i>Potamotrygon motoro</i>	46
2.3.1.3- <i>Potamotrygon orbignyi</i>	48
2.3.1.4- <i>Potamotrygon constellata</i>	50
2.3.1.5- <i>Potamotrygon scobina</i>	52
2.3.1.6- <i>Potamotrygon</i> sp1.....	54
2.3.1.7- <i>Potamotrygon</i> sp.....	56

2.3.2- Análise morfométrica	57
2.4- DISCUSSÃO	59
Capítulo 3- Estrutura e distribuição da taxocenose de raias na REBIO do Parazinho	63
3.1- INTRODUÇÃO	63
3.2- METODOLOGIA	64
3.3- RESULTADOS	65
3.3.1- Relação peso/largura do disco das espécies	68
3.4- DISCUSSÃO	72
Capítulo 4- Alimentação das raias da REBIO do Parazinho	76
4.1- INTRODUÇÃO	76
4.2- METODOLOGIA	77
4.3- RESULTADOS	79
4.3.1- Itens alimentares	82
4.3.2- Dieta por espécie	90
4.3.2.1- <i>Potamotrygon orbignyi</i>	91
4.3.2.2- <i>Potamotrygon constellata</i>	92
4.3.2.3- <i>Potamotrygon</i> sp1	92
4.3.2.4- <i>Potamotrygon motoro</i>	94
4.3.2.5- <i>Potamotrygon</i> cf. <i>dumerilii</i>	95
4.3.2.6- <i>Potamotrygon scobina</i>	96
4.3.2.7- <i>Potamotrygon</i> sp.	98
4.4- DISCUSSÃO	98
Capítulo 5- Tamanho e Sobreposição de nicho	110
5.1- INTRODUÇÃO	110
5.2- METODOLOGIA	114
5.3- RESULTADOS	117
5.4- DISCUSSÃO	118
Capítulo 6- Aspectos reprodutivos das raias da REBIO do Parazinho	125
6.1- INTRODUÇÃO	125
6.2- METODOLOGIA	126
6.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO	136
6.3.1- Proporção sexual	136
6.3.2- Aspectos reprodutivos	139

6.3.2.1-	<i>Potamotrygon cf. dumerilii</i>	140
6.3.2.2-	<i>Potamotrygon motoro</i>	142
6.3.2.3-	<i>Potamotrygon orbignyi</i>	144
6.3.2.4-	<i>Potamotrygon scobina</i>	145
6.3.2.5-	<i>Potamotrygon</i> sp1	146
6.3.3-	Período reprodutivo.....	149
6.3.4-	Embriões	152
6.3.5-	Padrões de colorido de juvenis	155
Capítulo 7- Uso do habitat e padrões de movimentação na taxocenose de raias		162
7.1-	INTRODUÇÃO	162
7.2-	METODOLOGIA	164
7.3-	RESULTADOS	167
7.4-	DISCUSSÃO	170
Considerações finais		179
Referências Bibliográficas.....		181

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização da REBIO do Parazinho no arquipélago do Bailique (AP) (Fonte:DGEO- SEMA- GEA).....	7
Figura 2- Foto aérea da Rebio do Parazinho com a demonstração dos pontos de amostragem tomada durante o período de maré baixa (Foto Christoph Jaster).	8
Figura 3- Foto aérea da Rebio do Parazinho com a demonstração dos pontos de amostragem tomada durante o período de maré alta (Foto Christoph Jaster).	8
Figura 4- Imagem de satélite da Rebio do Parazinho e localização dos pontos de amostragem, onde P1= Ponto 1, P2= Ponto 2, P3= Ponto 3, P4= Ponto 4, MAR = Ponto Maruins e GUI= Ponto Guilherme (Fonte SEMA-AP).	13
Figura 5- Canal de maré onde era posicionado o espinhel no ponto de amostragem 1 (P1) na Reserva Biológica do Parazinho.	14
Figura 6- Área de amostragem no ponto 2 (P2) onde era posicionado o espinhel na Reserva Biológica do Parazinho.	15
Figura 7- Área de amostragem no ponto 3 (P3) onde era posicionado o espinhel na Reserva Biológica do Parazinho (Fotos Joely Lima e Christoph Jaster).	15
Figura 8- Área de amostragem no ponto 4 (P4) onde era posicionado o espinhel durante a maré baixa (a) e a maré alta (b) na Reserva Biológica do Parazinho (Fotos Richard Monteiro e Cecile Gama).	16
Figura 9- Área de amostragem no ponto Maruins onde era posicionado o espinhel no ponto Maruins (MAR) durante a maré baixa e durante a maré alta na Reserva Biológica do Parazinho.	17
Figura 10- Área de amostragem no ponto Guilherme (GUI) durante a maré baixa e a maré alta na Reserva Biológica do Parazinho.	17
Figura 11- Aparelho utilizado para a coleta de água do fundo dos corpos d'água para medição de salinidade durante as amostragens de raias na Reserva Biológica do Parazinho.	20
Figura 12- Resultado da análise discriminante entre as médias obtidas dos dados ambientais analisados (pH, condutividade, temperatura e oxigênio dissolvido) nos pontos de coleta durante as amostragens de raias na Reserva Biológica do Parazinho.....	25
Figura 13- Exemplo de captura de raias com espinhel na Reserva Biológica do Parazinho.	31
Figura 14- Captura de indivíduos de raias com a mão na Reserva Biológica do	

Parazinho (Foto: Joely Lima).....	31
Figura 15- Procedimentos usados nas raias após sua captura: a) verificação de presença de microchip; b) tomada do comprimento total; c) tomada da largura do disco; d) tomada do peso; e) retirada de tecido; f) fixação do tecido; g) aplicação de microchip e h) retirada de ectoparasitas.	34
Figura 16- Procedimentos de dissecação das raias realizados no segundo ano de amostragem na REBIO do Parazinho: a) exposição das vísceras; b) retirada das gônadas femininas; c) gônadas masculinas e d) estômago e intestino.....	35
Figura 17- Representação das medidas dorsais e ventrais tomadas nas raias coletadas na Reserva Biológica do Parazinho, listadas na Tabela 05.	36
Figura 18- Curva de rarefação das espécies de raias coletadas na Reserva Biológica do Parazinho (programa PAST).....	40
Figura 19- Representação dos padrões dorsais de <i>Potamotrygon cf. dumerilii</i> coletadas na Reserva Biológica do Parazinho.	44
Figura 20- Exemplos de padrões de colorido dorsal de <i>Potamotrygon cf. dumerilii</i> coletadas na Reserva Biológica do Parazinho. Espécimes com Ld= 21,3 e 27,2 cm respectivamente.	44
Figura 21- Representação do padrão dorsal de <i>Potamotrygon motoro</i> coletadas na Reserva Biológica do Parazinho	46
Figura 22- Exemplo de padrão de colorido dorsal de <i>Potamotrygon motoro</i> coletada na Reserva Biológica do Parazinho. Espécime com Ld= 25 cm.....	46
Figura 23- Representação do padrão dorsal de <i>Potamotrygon orbignyi</i> coletada na Reserva Biológica do Parazinho.	48
Figura 24- Exemplo de padrão de colorido dorsal de <i>Potamotrygon orbignyi</i> coletada na Reserva Biológica do Parazinho. Espécime com Ld= 23,4 cm.....	48
Figura 25- Representação do padrão dorsal de <i>Potamotrygon constellata</i> coletada na Reserva Biológica do Parazinho.....	50
Figura 26- Exemplo de padrão de colorido dorsal de <i>Potamotrygon constellata</i> coletada na Reserva Biológica do Parazinho. Espécime com Ld= 48,0 cm.....	50
Figura 27- Representação do padrão dorsal de <i>Potamotrygon scobina</i> coletada na Reserva Biológica do Parazinho	52
Figura 28- Exemplo de padrão de colorido dorsal de <i>Potamotrygon scobina</i> coletada na Reserva Biológica do Parazinho. Espécime com Ld= 29,4 cm.....	52
Figura 29- Representação dos padrões dorsais de <i>Potamotrygon sp1</i> coletadas na Reserva Biológica do Parazinho.	54
Figura 30- Exemplos de padrões de colorido dorsal de <i>Potamotrygon sp1</i> coletadas na Reserva Biológica do Parazinho. Espécimes com Ld= 28,3; 32,4 e 28,9 cm respectivamente.	54

Figura 31- Representação dos padrões dorsais de <i>Potamotrygon</i> sp coletadas na Reserva Biológica do Parazinho.	56
Figura 32- Padrões de colorido dorsal de <i>Potamotrygon</i> sp coletadas na Reserva Biológica do Parazinho. Espécimes com Ld= 30,8 e 27,3 cm respectivamente.	56
Figura 33- Análise discriminante entre as principais espécies de raias coletadas na Reserva Biológica do Parazinho e a proporção de suas medidas em relação à largura do disco.	58
Figura 34- Relação peso total/largura do disco para as fêmeas de <i>Potamotrygon constellata</i> com a equação da relação e coeficiente de ajuste dos pontos à linha de tendência (R^2) coletadas na REBIO do Parazinho.	69
Figura 35- Relação peso total/largura do disco para as fêmeas e machos de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>dumerilii</i> com as equações das relações e coeficientes de ajuste dos pontos às linhas de tendência (R^2) coletadas na REBIO do Parazinho.	69
Figura 36- Relação peso total/largura do disco para as fêmeas e machos de <i>Potamotrygon motoro</i> com as equações das relações e coeficientes de ajuste dos pontos às linhas de tendência (R^2) coletadas na REBIO do Parazinho.	70
Figura 37- Relação peso total/largura do disco para as fêmeas e machos de <i>Potamotrygon orbignyi</i> com as equações das relações e coeficientes de ajuste dos pontos às linhas de tendência (R^2) coletadas na REBIO do Parazinho.	70
Figura 38- Relação peso total/largura do disco para as fêmeas de <i>Potamotrygon scobina</i> com as equações das relações e coeficientes de ajuste dos pontos às linhas de tendência (R^2) coletadas na REBIO do Parazinho.	71
Figura 39- Relação peso total/largura do disco para as fêmeas e machos de <i>Potamotrygon orbignyi</i> com as equações das relações e coeficientes de ajuste dos pontos às linhas de tendência (R^2) coletadas na REBIO do Parazinho.	71
Figura 40- Procedimentos de dissecação utilizados nas raias após sua coleta na REBIO do Parazinho: a) retirada do sistema digestivo e b) retirada do sistema reprodutor.	78
Figura 41– Repleção dos estômagos analisados das raias coletadas na REBIO do Parazinho.	80
Figura 42- Número de estômagos de raias por espécie analisados durante toda a amostragem na REBIO do Parazinho.	81
Figura 43– Dieta de todas as raias coletadas na REBIO do Parazinho.	82
Figura 44– Número de indivíduos/estômagos de raias analisados por coleta realizada na REBIO do Parazinho.	85
Figura 45– Consumo de itens alimentares por todas as espécies de raias ao longo das coletas realizadas na REBIO do Parazinho.	86

Figura 46- Conteúdo alimentar retirado do interior do estômago de <i>Potamotrygon</i> sp1 (Ld= 41,3 cm) coletada na REBIO do Parazinho	87
Figura 47- Exemplar de <i>Pomacea</i> sp. em seu ambiente natural na REBIO do Parazinho (Foto Richard Monteiro).	88
Figura 48- Partes moles de <i>Pomacea</i> sp. encontradas no conteúdo estomacal de <i>Potamotrygon</i> sp1 (ld=59,0cm) coletada na REBIO do Parazinho.....	88
Figura 49– Representação gráfica do IAI da dieta de <i>Potamotrygon orbignyi</i> ..	91
Figura 50- Repleção dos estômagos analisados de <i>Potamotrygon orbignyi</i>	92
Figura 51– Representação gráfica do IAI da dieta de <i>Potamotrygon</i> sp1.	93
Figura 52– Repleção dos estômagos analisados de <i>Potamotrygon</i> sp1.....	93
Figura 53– Representação gráfica do IAI da dieta de <i>Potamotrygon motoro</i> . ..	94
Figura 54– Repleção dos estômagos analisados de <i>Potamotrygon motoro</i>	95
Figura 55– Representação gráfica do IAI da dieta de <i>Potamotrygon cf. dumerilii</i>	96
Figura 56– Repleção dos estômagos analisados de <i>Potamotrygon cf. dumerilii</i>	96
Figura 57– Representação gráfica do IAI da dieta de <i>Potamotrygon scobina</i> ..	97
Figura 58– Repleção dos estômagos analisados de <i>Potamotrygon scobina</i> . ..	97
Figura 59– “Cama de arraia” recente deixada pela atividade de forrageamento do substrato por raias na REBIO do Parazinho.....	102
Figura 60- Diagrama de interação de índices de sobreposição espacial e de dieta entre as raias estudadas na REBIO do Parazinho.	121
Figura 61- Procedimentos de dissecação das raias capturadas no segundo ano de amostragem na REBIO do Parazinho: a) exposição das vísceras; b) retirada das gônadas femininas; c) gônadas masculinas e d) estômago.	127
Figura 62- Exemplo de embrião abortado em estágio final de gestação (a termo) de <i>Potamotrygon</i> sp1 (Ld- 42,0 cm) coletada na REBIO do Parazinho.	128
Figura 63- Exemplo de sistema reprodutivo de fêmea adulta em vitelogênese de <i>Potamotrygon motoro</i> (Ld= 25,9 cm).....	129
Figura 64- Exemplo sistema reprodutivo de fêmea grávida de <i>Potamotrygon orbignyi</i> (Ld= 19,2 cm) (exemplar fixado).	130
Figura 65- Detalhe de trofonema bem desenvolvido em fêmea adulta de <i>Potamotrygon scobina</i> (Ld= 57,9 cm) em repouso.....	131
Figura 66- Detalhe de testículos de indivíduo juvenil (imaturo) de <i>Potamotrygon</i> sp1 (Ld= 19,7 cm).	132

Figura 67- Detalhe de cláspes em processo de calcificação de <i>Potamotrygon</i> sp1 (Ld= 27,4 cm).	133
Figura 68- Sistema reprodutivo de macho em início de reprodução de <i>Potamotrygon</i> sp1 (Ld= 27,4 cm).	133
Figura 69- Exemplo de sistema reprodutivo de macho em repouso de <i>Potamotrygon</i> sp1 (Ld=32,4 cm).	134
Figura 70- Detalhe dos testículos de indivíduo macho em repouso de <i>Potamotrygon</i> sp1 (Ld= 49,6 cm).	134
Figura 71- Detalhe de vesículas seminais e seus dobramentos de indivíduo macho em atividade reprodutiva de <i>Potamotrygon</i> sp1 (Ld= 40,4cm).	135
Figura 72- Espécime macho de <i>Potamotrygon motoro</i> com cláspes mutilado (detalhe) (Ld= 39,5cm)	139
Figura 73- Dispersão da proporção do comprimento do cláspes em relação à largura do disco dos machos analisados de <i>Potamotrygon</i> cf. <i>dumerilii</i> , com separação entre imaturos (porção inferior) e maduros (porção superior). A seta indica indivíduo em estágio inicial de maturação.	142
Figura 74- Dispersão da proporção do comprimento do cláspes em relação à largura do disco dos machos analisados de <i>Potamotrygon motoro</i> , com separação entre imaturos (porção inferior) e maduros (porção superior).	143
Figura 75- Dispersão da proporção do comprimento do cláspes em relação à largura do disco dos machos analisados de <i>Potamotrygon orbignyi</i> , com separação entre imaturos (porção inferior) e maduros (porção superior).). A seta indica indivíduo em estágio inicial de maturação.....	145
Figura 76- Número de filhotes por fêmea grávida e respectivos comprimentos de disco. A linha mostra a tendência de aumento do número de filhos com o aumento do comprimento do disco (R^2 = ajuste dos pontos).	147
Figura 77- Dispersão da proporção do comprimento do cláspes em relação à largura do disco dos machos analisados de <i>Potamotrygon</i> sp1, com separação entre imaturos (pontos azuis), maduros (pontos vermelhos) e maduros tardios (pontos amarelos).	148
Figura 78- Fêmea de <i>Potamotrygon motoro</i> (Ld= 38,7 cm) com marcas de mordidas no disco.	152
Figura 79- Distribuição dos estágios de embriões encontrados nas fêmeas grávidas de raias em todas as amostragens realizadas na REBIO do Parazinho.	153
Figura 80- Distribuição dos estágios de embriões encontrados em fêmeas grávidas ao longo das coletas realizadas na REBIO do Parazinho.....	154
Figura 81- Embrião abortado a termo de <i>Potamotrygon</i> sp1. (Ld= 35,1 cm) durante a captura (a) e embriões retirados durante a sua dissecação (b).	155

Figura 82- Evolução do padrão de colorido de um indivíduo de <i>Potamotrygon</i> sp1 com o intervalo de 1 ano (a- Id=10,4cm (março/2011) e b- Id= 16,1cm (março/2012)).....	156
Figura 83- Diferenças nos padrões de colorido dorsal de uma prole de uma fêmea de <i>Potamotrygon</i> sp1 (Id= 42,0cm); a) 10,1cm; b) 10,1cm; c) 10,1cm.	157
Figura 84- Exemplar de <i>Potamotrygon orbignyi</i> com diferença de 1 ano entre as capturas (Id= 10,4 e 15,2cm respectivamente).	158
Figura 85- Exemplo de prole de <i>Potamotrygon motoro</i> (Id= 29,8cm) apresentando padrões de colorido dorsal diferentes da progenitora.....	158
Figura 86- Exemplo de diferença do padrão de colorido dorsal entre a progenitora <i>Potamotrygon constellata</i> (Id- 39,9cm) e seu filhote (Id= 10,1cm).	159
Figura 87- Tamanho da taxocenose estimado segundo o método de Jolly-Seber de raias na Rebio do Parazinho entre as coletas realizadas.....	168
Figura 88- Distribuição dos espécimes de raias coletados na Rebio do Parazinho ao longo das coletas e estações de amostragem, onde 1= <i>Potamotrygon orbignyi</i> , 2= <i>P. sp1</i> , 3= <i>P. scobina</i> , 4= <i>P. motoro</i> , 5= <i>P. cf. dumerilii</i> , 6= <i>P. constellata</i> , 7= <i>Paratrygon aiereba</i> e 8= <i>Potamotrygon. sp...</i>	169
Figura 89- Movimentação de indivíduos de raias recapturados em coletas diferentes na REBIO do Parazinho.	170
Figura 90- Exemplo de indivíduo com a cauda cortada e detalhe em outro indivíduo coletados na REBIO do Parazinho.....	173

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características ambientais da água medidas durante o primeiro ano de amostragem (março/2011 a janeiro/2012).....	21
Tabela 2- Valores calculados pela ANOVA para os dados ambientais entre as coletas	22
Tabela 3- Resultado da ANOVA para os valores de pH e do teste de Tukey para testar as diferenças	22
Tabela 4- Resultado da ANOVA para os valores de oxigênio dissolvido e do teste de Tukey para testar as diferenças	24
Tabela 5- Listagem dos dados morfométricos e merísticos tomados para cada indivíduo coletado.	37
Tabela 6- Número (n) e peso (w, em gramas) de raias de água doce capturadas por ponto de amostragem.....	41
Tabela 7- CPUE (Número de raias capturadas/ dias de pesca) médio por espécie de raia, CPUE de Total de raias e CPUE total de outros peixes capturados em cada ponto amostral	43
Tabela 8- Dados morfométricos (cm) e merísticos dos espécimes capturados de <i>Potamotrygon cf. dumerilii</i>	45
Tabela 9- Dados morfométricos (cm) e merísticos dos espécimes capturados de <i>Potamotrygon motoro</i>	47
Tabela 10- Dados morfométricos (cm) e merísticos dos espécimes capturados de <i>Potamotrygon orbignyi</i>	49
Tabela 11- Dados morfométricos (cm) e merísticos do espécime capturado de <i>Potamotrygon constellata</i>	51
Tabela 12- Dados morfométricos (cm) e merísticos dos espécimes capturados de <i>Potamotrygon scobina</i>	53
Tabela 13- Dados morfométricos (cm) e merísticos dos espécimes capturados de <i>Potamotrygon</i> sp1.	55
Tabela 14- Dados morfométricos (cm) e merísticos dos espécimes capturados de <i>Potamotrygon</i> sp.	57
Tabela 15- Matriz de confusão dos dados morfométricos (% largura do disco) das espécies analisadas	59
Tabela 16- Distribuição em sexo dos espécimes amostrados ao longo das coletas	67
Tabela 17- Valores calculados para o Teste Exato de Fisher para a distribuição das espécies de raias ao longo dos pontos amostrais (ns= não significativo) .	68

Tabela 18- Valores calculados dos coeficientes de alometria para machos e fêmeas das espécies analisadas e respectiva interpretação dos resultados ...	68
Tabela 19- Valores de IA_i calculados para cada item encontrado nos estômagos das espécies analisadas	90
Tabela 20- Valores calculados para a amplitude de nicho (Levins) das espécies de raias entre as coletas (#1 = 1 indivíduo consumindo 1 único item)	117
Tabela 21- Valores calculados para o Índice de Sobreposição de Nicho de Pianka com relação à sobreposição espacial e de dieta e o número de espécies analisadas por coleta	118
Tabela 22- Análise combinada dos índices de sobreposição de dieta e espacial	120
Tabela 23- Método para classificação dos estádios de desenvolvimento dos embriões de raias.....	127
Tabela 24- Número de machos e fêmeas analisados para as diferentes espécies e o do Qui-quadrado (X^2) e respectiva conclusão	137
Tabela 25- Distribuição de fêmeas grávidas e machos maduros das espécies entre as coletas	137
Tabela 26 Dados acerca de Marcação e Recaptura para a série de 12 amostragens de raias na Rebio do Parazinho.....	167
Tabela 27- Estimativas derivadas dos dados da Tabela 26 pelo uso do modelo de Jolly-Seber de estimativa populacional	168

Introdução geral

Os peixes cartilaginosos, Classe Chondrichthyes, são um grande e variado grupo de peixes mandibulados com aproximadamente 60 famílias, 185 gêneros, e entre 929-1.164 espécies recentes (Compagno 1999). Os Chondrichthyes podem ser definidos pelo seguinte conjunto de características: esqueleto cartilaginoso, órgãos copuladores externos (mixopterígio ou “clásperes”), superfície externa do corpo coberta por denticulos dermo-epidérmicos (“escamas placóides”), estruturas semelhantes a dentes, com coroa esmaltada e dentina; dentes orais dispostos em séries que podem ser substituídas ao longo da vida (em quimeras e raias os dentes podem ser fundidos em placas) (Compagno 1999; Gadig 2001).

A Classe Chondrichthyes compreende dois grupos, Elasmobranchii (tubarões e raias modernos) e Holocephali (chimeras). Elasmobrânquios em geral, incluindo as raias de água doce, seguem padrões ecológicos de animais k-estrategistas (Almeida et al. 2008), com baixa taxa de crescimento e fecundidade, longos períodos de gestação, vida longa e maturidade sexual tardia, quando comparados com a maioria dos peixes ósseos (Camhi et al. 1998, Musick & Bonfil 2004), apresentando desta forma reduzida capacidade de recuperação a impactos negativos (Holden 1974; Pratt & Casey 1990). A sustentabilidade das capturas de elasmobrânquios é incerta e várias espécies são consideradas ameaçadas pela pesca (Holden 1974, Pratt & Casey 1990, Lessa et al. 1999, Musick & Bonfil 2004). Além disso, os elasmobrânquios são vulneráveis a impactos de natureza antrópica devido à sua distribuição restrita e degradação crescente de seus habitats (Compagno & Cook 1995; Charvet-

Almeida 2001; Charvet-Almeida et al. 2002, Charvet-Almeida 2006).

Alguns zoólogos sistematas trataram todas as raias em uma única ordem, Rajiformes (Carvalho et al. 2003, Nelson 2006), enquanto outros consideram 5 ou 6 ordens de raias, estando a família Potamotrygonidae de raias de água doce situada na ordem Myliobatiformes (Compagno & Cook 1995, Martin 2005).

As raias de água doce da família Potamotrygonidae são restritas à América do Sul, onde ocorrem nos principais sistemas fluviais (Rosa 1985). É o único grupo de Elasmobrânquios restritos à vida dulcícola possuindo especializações morfológicas e fisiológicas para a vida neste tipo de ambiente, como incapacidade de retenção de uréia, a ausência de excreção de sal pela glândula retal, que é reduzida nesse grupo, além de modificações nas ampolas de Lorenzini, órgãos que atuam na detecção de mudanças de temperatura, salinidade, e campos elétricos, sendo usada pelos elasmobrânquios para localização de presas à curta distância, sua localização no ambiente e navegação (Mihara et al. 2009).

Quatro gêneros são reconhecidos para a família Potamotrygonidae: *Potamotrygon* Garman 1877, *Paratrygon* Duméril 1865, *Plesiotrygon* Rosa, Castello & Thorson 1987 e *Heliotrygon* Carvalho & Lovejoy 2011. O gênero *Paratrygon* é atualmente monoespecífico, enquanto *Plesiotrygon* e *Heliotrygon* têm duas espécies válidas (Carvalho & Lovejoy 2011) e *Potamotrygon* tem aproximadamente 22 espécies válidas (Rosa 1985, Carvalho et al. 2003; Rosa et al. 2008, Carvalho & Lovejoy 2011, Carvalho et al. 2011, Rosa et al. 2007; Rosa et al. 2010). No entanto, algumas destas, como *Potamotrygon constellata* (Vaillant 1880), *Potamotrygon schuhmacheri*

Castex 1964 e *Potamotrygon ocellata* Engelhardt 1913 ainda são duvidosas quanto ao seu status taxonômico. Por outro lado, a descoberta de novas espécies para o grupo é constante, principalmente no gênero *Potamotrygon*, estimando-se que num futuro próximo este número pode chegar a mais de 35 espécies (Carvalho et al. 2011).

Nos últimos anos, os potamotrigonídeos reacenderam os interesses de pesquisadores, possibilitando a geração de dados sobre a biologia, ecologia, taxonomia e toxicologia de algumas espécies (Garrone Neto & Haddad Jr. 2010, Rosa et al. 2010, Carvalho & Lovejoy 2011). O resultado desse maior esforço científico indicou que uma abordagem a partir de uma escala microrregional pode ser o melhor caminho para uma correta estimativa da riqueza de raias de água doce nas bacias hidrográficas onde ocorrem (Araújo 1998, Charvet-Almeida 2001, Almeida 2003). Somente com levantamentos faunísticos regionais, a verdadeira riqueza biológica poderá ser estimada. Este tipo de pesquisa é responsável pela promoção do desenvolvimento de estudos sistemáticos envolvendo todas as espécies do grupo, corrigindo a validade dos caracteres morfológicos e avaliando sua variabilidade intra-específica e, conseqüentemente, fornecendo maior poder de inferência filogenética às análises populacionais (Hillis et al. 1996)

Pelo lado social, as raias de água doce não eram consideradas um recurso difundido para a pesca tradicional na Amazônia (Ferreira et al. 1998, Charvet-Almeida 2001). No entanto, a demanda por pescado em função do aumento da população urbana e rural tem estimulado os pescadores comerciais a explorar as raias de água doce como um recurso alimentar e, conseqüentemente, desembarques desses peixes começaram a aparecer nas

estatísticas de pesca. Por outro lado, a pesca ornamental desses peixes vem sendo praticada em uma escala crescente, objetivando a captura principalmente de jovens e neonatos, pois o mercado demanda indivíduos com condições perfeitas do disco, sem cortes ou mordidas. Este fato levou o Brasil a estabelecer uma regulamentação específica para a exportação dessas raias, limitando o tamanho dos indivíduos e as espécies comercializadas (Charvet-Almeida 2006). A IN n° 204/08 (IBAMA 2008) permitia a exportação de pelo menos seis espécies do gênero *Potamotrygon* como peixes ornamentais, mas atualmente, segundo a INI 01/2012 (IBAMA 2012), nenhum tipo de comércio é permitido com esse grupo.

Os impactos antrópicos identificados sobre populações de potamotrigonídeos são: a pesca de subsistência; pesca artesanal com propósito ornamental; bycatch de pesca comercial; pesca recreativa; pesca negativa (eliminação devido periculosidade do ferrão) promovida por agentes de turismo, bem como deterioração e destruição de habitats (dragagem, represamentos e mineração de ouro) (Araújo 1998).

Embora não sejam animais habitualmente agressivos, causando acidentes apenas quando pisoteadas ou manuseadas de maneira indevida (Garrone Neto et al. 2007), as raias são dotadas de ferrões que podem provocar ferimentos dolorosos, de difícil cicatrização (Haddad Jr. et al. 2004). Isso faz com que os pescadores, mesmo quando capturem as raias ocasionalmente, eliminem esses indivíduos para evitar acidentes futuros.

No Brasil, dados recentes de desembarques mostram a diminuição drástica e contínua do volume de capturas dos peixes cartilagosos marinhos e que esta situação está seriamente agravada pela ausência de

manejo, provocada inclusive pela falta de informações básicas.

O objetivo deste trabalho é determinar quais espécies de raias de água doce ocorrem na Reserva Biológica do Parazinho (AP), determinar o contingente populacional desta taxocenose e conhecer características biológicas das espécies registradas, no que diz respeito à sua alimentação, reprodução, movimentação e morfologia. Objetiva-se também estudar os padrões de ocupação da ilha pelas espécies encontradas.

Área de estudo

A porção Norte da foz do rio Amazonas tem a ilha do Parazinho como uma das últimas ilhas fluviais mais a jusante, pertencente ao Arquipélago do Bailique considerado um distrito do município de Macapá (AP). Essa ilha (00°52'41.14"N, 49°59'28.22"W), com aproximadamente 112 hectares (Figura 01), foi declarada unidade de conservação de proteção integral, categoria Reserva Biológica em 21 de janeiro de 1985, pelo Decreto Estadual N.º 005. A Reserva Biológica do Parazinho (REBIO do Parazinho) tem por objetivo a preservação, bem como, a proteção integral e permanente do ecossistema e recursos naturais, especialmente de seu potencial genético de flora e fauna, vedando-se, portanto, a utilização, perseguição, caça, captura ou introdução de quaisquer espécies florísticas e faunísticas, silvestres e/ou domésticas.

Apesar da Rebio do Parazinho já constituir uma área de preservação integral, ainda não possui um Plano de Manejo. Dessa forma, não necessárias informações acerca das espécies residentes na área para colaborar com a geração deste documento.



Figura 1- Localização da REBIO do Parazinho no arquipélago do Bailique (AP) (Fonte:DGEO- SEMA- GEA).

Para a caracterização da ilha, foram realizadas três visitas à mesma com a finalidade de descrição da vegetação e padrões de sedimento para os pontos de coleta analisados (novembro de 2011, maio de 2012 e setembro de 2012).

A REBIO Parazinho é uma ilha com perímetro heterogêneo de formato alongado na direção norte-sul. A área vegetada corresponde a aproximadamente 112 hectares cujo relevo se apresenta absolutamente plano, sem elevações proeminentes.

O delta do Amazonas, incluindo o Arquipélago do Bailique e a própria área de estudo da REBIO Parazinho, sofrem a influência das marés oceânicas, cuja amplitude pode alcançar 05 metros durante as marés de sizígia (Figura 02 e 03). Entretanto, não se verifica a influência da salinidade marinha, devido à imensa descarga de água doce pelo Rio Amazonas oceano adentro. Algum grau de salinidade somente pode ser percebido a dezenas de quilômetros da

costa, distância esta que varia de acordo com o período das chuvas, no primeiro semestre, e a estação seca, no segundo.



Figura 2- Foto aérea da Rebio do Parazinho com a demonstração dos pontos de amostragem tomada durante o período de maré baixa (Foto Christoph Jaster).



Figura 3- Foto aérea da Rebio do Parazinho com a demonstração dos pontos de amostragem tomada durante o período de maré alta (Foto Christoph Jaster).

Ainda assim, a ondulação oceânica (*swell*) é fator marcante nas margens orientais dos terrenos mais expostos da região, o que se deve em especial à predominância dos ventos do quadrante Leste. Esta também é uma característica da Ilha do Parazinho. Embora boa parte da energia das ondas

seja dissipada pelas características topográficas subaquáticas antes de alcançarem a margem (águas rasas até grande distância da costa), este fator é preponderante para a caracterização da gênese e a dinâmica geomorfológica do sítio.

De fato, a Ilha do Parazinho apresenta, a priori, dois tipos de ambiente morfodinamicamente distintos: um claramente marcado pelos processos erosivos em sua margem oriental, com nítida perda de terrenos, e outro que se caracteriza pelo inverso, o de sedimentação e progressão da margem insular com formação de novos substratos. As extremidades da ilha, seus cabos norte e sul, apresentam uma situação de transição entre o primeiro e o segundo tipo de ambiente.

A energia da ondulação da água e a velocidade da corrente de maré determinam, portanto, os processos de erosão e sedimentação e acarretam em uma nítida zonação quanto ao tipo de substrato observado nos diferentes pontos ao redor da ilha. Nos locais de maior energia predominam sedimentos arenosos, de granulometria maior, junto à margem erodida da face Leste. No lado oposto, no canal a Oeste da ilha, ocorrem sedimentos lodosos (argilosos) muito finos, cuja deposição foi favorecida devido à baixa energia da água no local. Os fatores acima descritos também explicam a constante mudança de forma e até de posição da ilha como um todo.

Fazendo parte dos terrenos de origem quaternária do baixo Amazonas, a partir de depósitos genericamente denominados de aluviões, caracterizando-se por uma área plana com sedimentos argilosos, siltosos e arenosos, de origem mista, fluvial e marinha, nas terras do Arquipélago do Bailique e da REBIO do Parazinho predominam solos do tipo Gley pouco

húmico, eutrófico em associação com laterita hidromórfica, formados a partir de sedimentos siltosos e argilosos, pouco profundos, podendo se apresentar neutros ou alcalinos, com fertilidade variável e drenagem indo de má à moderada.

Devido à instabilidade e à dinâmica de estabelecimento dos substratos que compõem a ilha, a vegetação presente no Parazinho é constituída por formações pioneiras sob influência fluvial. Regionalmente denominadas de “restingas”, fazem menção ao baixo porte. Diferem, entretanto das restingas *sensu stricto* típicas dos litorais brasileiros por não receberem influência da água salgada do mar. O mesmo acontece com os manguezais desta região, que, diferentemente da situação clássica de desenvolvimento em ambiente salobro, na área de pesquisa ocorrem junto à vegetação de várzea amazônica e competem diretamente com as espécies nela presentes. O fator preponderante que define a sobrevivência das espécies de manguezais nesse ambiente parece ser a condição de intermarés, com dois alagamentos por dia, e não a tolerância ao meio salobro.

Não ocorrem nascentes de água na Ilha do Parazinho. Seu sistema hidrográfico é constituído por canais de drenagem originários pela ação dos alagamentos em virtude das marés enchentes. Tais canais na porção Oeste da ilha são bem delimitados e profundos, com aspecto de rios comuns durante as cheias, secando quase que completamente durante as marés baixas. Na porção oriental da ilha tais canais são menos definidos e aparentemente mais dinâmicos quanto ao seu traçado, provavelmente em função da exposição desse trecho à ondulação, entre outros fatores.

VEGETAÇÃO

A condição morfodinâmica da Ilha do Parazinho é claramente refletida pelo padrão de sua vegetação. Nos substratos mais antigos, como os presentes na face Leste da área, ocorrem comunidades em estágio sucessional precoce a médio. Espacialmente estas se configuram em forma de mosaico, de acordo com variações micro-topográficas que acabam determinando diferentes condições de alagamento durante as marés mais altas. A diversidade é mais elevada e são comuns árvores com altura de 10 a 15 metros ou um pouco mais. A margem da vegetação nesse segmento da ilha é marcada pelos intensos processos erosivos, ocasionando tombamento de árvores bem desenvolvidas, sendo a praia caracterizada pela presença de numerosos troncos e copas de árvores que assim sucumbiram. Já na face Oeste da Ilha ocorre o processo inverso.

Como já descrito anteriormente, o local é marcado pela deposição de sedimentos e formação de novos substratos aptos ao estabelecimento de uma nova cobertura vegetal. Processo este mais nítido especialmente na extremidade Norte/Noroeste da área, ele é marcado pela instalação de espécies de primeira ocupação, como a Lythraceae *Crenea maritima*, formando extensos agrupamentos nos bancos de areia recém-formados. Tem-se, assim, o início de uma sucessão primária de vegetação. O baixo grau de perturbação desse processo evidencia comunidades homogêneas do ponto de vista estrutural, mas que ganham em complexidade e grau de desenvolvimento quanto mais pretérito tenha sido seu estabelecimento. Aqui se verificam associações de espécies típicas da várzea amazônica com as de manguezais,

sendo a mais comum a de aturiá com a siriuba (*Machaerium lunatum* e *Avicenia germinans*, respectivamente), ocasionalmente contando com a presença maciça de aningas (*Montrichardia arborescens*), formando extensos tapetes na margem dos canais e a presença de marcante de *Crinum* sp. (Amaryllidaceae).

HIDROGRAFIA DA ILHA

O sistema hidrográfico é constituído por canais de drenagem originários pela ação dos alagamentos em virtude das marés enchentes. Seguindo uma disposição radial especialmente na porção Oeste da ilha, tais canais, são bem delimitados e profundos, com aspecto de rios comuns durante as cheias, secando quase que completamente durante as marés baixas. Já na porção oriental da área tais canais são menos definidos e aparentemente mais dinâmicos quanto ao seu traçado, provavelmente em função da exposição desse trecho à ondulação e aos processos erosivos, entre outros fatores.

PONTOS DE AMOSTRAGEM

Os pontos de amostragem estabelecidos contemplaram todas as diferentes áreas do perímetro da REBIO do Parazinho (Figura 04).

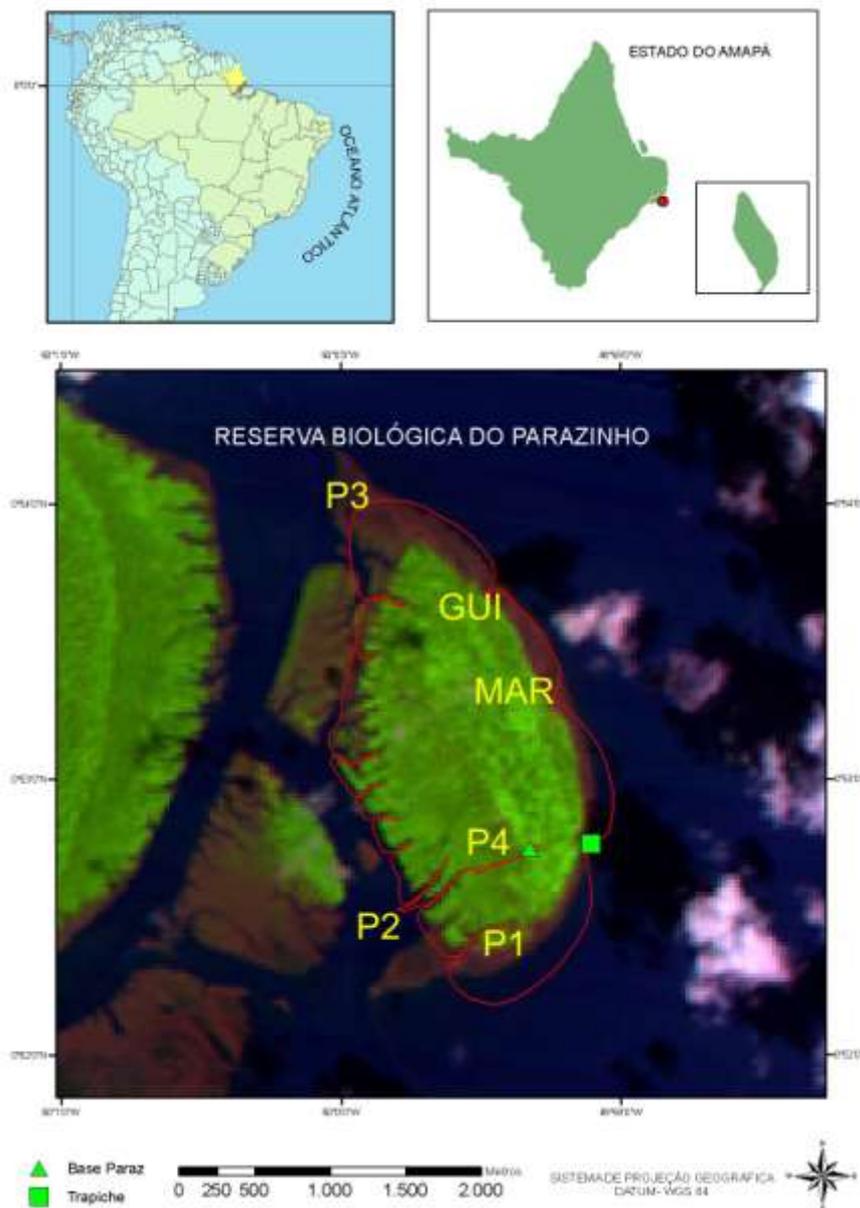


Figura 4- Imagem de satélite da Rebio do Parazinho e localização dos pontos de amostragem, onde P1= Ponto 1, P2= Ponto 2, P3= Ponto 3, P4= Ponto 4, MAR = Ponto Maruins e GUI= Ponto Guilherme (Fonte SEMA-AP).

Ponto 1 (P1)- N00°52'25,5", W049°59'32,0" - Canal de maré com exposição intermediária quanto à cobertura vegetal (Figura 05), média energia quanto à ação de ondas e corrente de maré. Área aparentemente estável quanto à deposição de sedimentos, com substrato formado por areia muito fina moderadamente selecionada. No entanto, o sentido de sua corrente mudou de direção pelo assoreamento de sua primeira foz e abertura de uma nova foz na vertente oposta a essa. A entrada e saída da água, que acontecia pela porção sul da ilha passou a acontecer pela porção leste a partir de setembro de 2011.



Figura 5- Canal de maré onde era posicionado o espinhel no ponto de amostragem 1 (P1) na Reserva Biológica do Parazinho.

Ponto 2 (P2)- N00°52'36,4", W049°59'46,9" - Área aberta, completamente exposta, com média energia de correntes de maré e em processo de sedimentação com fundo lamoso (Figura 6). O espinhel foi posicionado próximo à área que ficava constantemente com água apesar do regime de maré, com profundidade crescente a partir do início do espinhel.



Figura 6- Área de amostragem no ponto 2 (P2) onde era posicionado o espinhel na Reserva Biológica do Parazinho.

Ponto 3 (P3)- $N00^{\circ}53'47,5''$, $W049^{\circ}59'53,1''$ - Área aberta quanto à vegetação, apresentando pequenas ilhas vegetadas com *Crenea maritima*, com baixa energia de maré apesar de ganhar grandes profundidades durante a preamar (Figura 7). Esta área mostra formação de novos terrenos em função da deposição de sedimento devido à reduzida velocidade da correnteza, com fundo lamoso com Silte arenoso a Areia siltica muito fina, bem a moderadamente selecionado. Pela sua localização e peculiaridades topográficas com relação aos outros pontos amostrais, é a área onde a maré começa a encher com mais rapidez.



Figura 7- Área de amostragem no ponto 3 (P3) onde era posicionado o espinhel na Reserva Biológica do Parazinho (Fotos Joely Lima e Christoph Jaster).

Ponto 4 (P4)- N00°52'36,1", W049°59'37,6" - Canal de maré com constante movimentação de pessoas e voadeiras por se tratar do acesso à base da Rebio (Figura 8). Trata-se de um ambiente abrigado pela vegetação em sua metade a montante e mais exposto próximo à foz. Área de baixa energia hidrodinâmica, com sedimentação de lama e areia muito fina.



Figura 8- Área de amostragem no ponto 4 (P4) onde era posicionado o espelho durante a maré baixa (a) e a maré alta (b) na Reserva Biológica do Parazinho (Fotos Richard Monteiro e Cecile Gama).

Ponto Maruins (MAR) – N00°53'14,9", W049°59'16,3" - Área localizada na praia aberta da porção Leste da ilha. Local completamente exposto quanto à vegetação, com alta energia de correntes de maré e ondulação, caracterizando área de erosão (Figura 9). Sedimento formado por Areia muito fina a fina, bem a moderadamente selecionada. Durante a maré alta essa área é submetida à arrebentação das ondas e durante a maré baixa, o local permanece com um pequeno filete de água.



Figura 9- Área de amostragem no ponto Maruins onde era posicionado o espindel no ponto Maruins (MAR) durante a maré baixa e durante a maré alta na Reserva Biológica do Parazinho.

Ponto Guilherme (GUI)- N00°53'39,5", W049°59'28,8" - Área localizada na praia na porção Leste da ilha. Local completamente exposto quanto à vegetação (Figura 10), com alta energia de maré caracterizando área de erosão. Sedimento formado por Areia muito fina a fina, bem a moderadamente selecionada. Durante a maré alta essa área apresenta muitas ondas e durante a maré baixa, o local permanece com um pequeno filete de água que varia seu curso conforme as fases lunares.



Figura 10- Área de amostragem no ponto Guilherme (GUI) durante a maré baixa e a maré alta na Reserva Biológica do Parazinho.

Capítulo 1- Caracterização ambiental da REBIO do Parazinho

1.1- INTRODUÇÃO

Os ambientes de água doce apresentam parâmetros ambientais muito mais variáveis que os ambientes marinhos, com flutuações frequentes no pH, temperatura, quantidade de oxigênio solubilizado, nível da água e dentre outros (Ribeiro 2006). Essas variações ambientais podem ocorrer de forma mais acentuada pela ação humana nos ambientes de água doce, podendo exceder a capacidade de adaptações morfológicas e fisiológicas dos potamotrigonídeos, que provavelmente são mais suscetíveis à extinção que outros peixes de água doce (Compagno & Cook 1995).

Em se tratando de uma unidade de conservação, cujo objetivo, dentre outros, é o manejo e a proteção das populações de flora e fauna, o conhecimento dos mecanismos funcionais da área assume importância proeminente para a tomada de decisões no âmbito da gestão da unidade.

Este capítulo objetiva então conhecer os mecanismos ambientais que podem interferir na abundância e ecologia das populações de raias de água doce residentes na Rebio do Parazinho.

1.2- METODOLOGIA

As raias de água doce da Reserva Biológica do Parazinho foram amostradas por meio de coletas bimestrais, de março de 2011 a janeiro de 2013 com quatro espinhéis de 50 anzóis e dois espinhéis de 25 anzóis, dispostos nos pontos amostrais estabelecidos ao longo da ilha (Figura 3), além de ocasionalmente serem utilizadas tarrafas, zagaias e tapagem. Apenas a Coleta 1 teve seu esforço amostral menor, com 3 espinhéis de 50 anzóis e 1 de 25 (Ponto 1, 2, 3 e Maruins).

As coletas aconteceram nos seguintes períodos:

- Coleta 1 – março/2011;
- Coleta 2 – maio/2011;
- Coleta 3 – julho/2011;
- Coleta 4 – setembro/2011;
- Coleta 5 – novembro/2011;
- Coleta 6 – janeiro/2012;
- Coleta 7 – março/2012;
- Coleta 8 – maio/2012;
- Coleta 9 – julho/2012;
- Coleta 10 – setembro/2012;
- Coleta 11 – novembro;
- Coleta 12 – janeiro/2013.

As vistorias de todos os espinhéis aconteceram duas vezes por dia, respeitando os horários de vazante da maré. A cada vistoria dos aparelhos de pesca e em cada ponto amostral, durante o primeiro ano de amostragem (coletas de 1 a 6:) foram coletados dados referentes à qualidade da água através de medidores portáteis de condutividade (Instrutherm CD-860), oxigênio dissolvido (Quimis Q-758P), pH (Instrutemp ITPH 2100), temperatura (Quimis Q-758P) e salinidade (Instrutherm RTS-101ATC). A salinidade foi

medida com água de superfície e com água de fundo, coletada através de um aparato artesanal desenvolvido apenas para esse trabalho (Figura 11).



Figura 11- Aparelho utilizado para a coleta de água do fundo dos corpos d'água para medição de salinidade durante as amostragens de raias na Reserva Biológica do Parazinho.

A partir dos dados ambientais coletados (pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade e temperatura), foi calculada a média, valores máximos e mínimos por parâmetro em cada ponto amostral. As médias dos parâmetros por coleta foram submetidas a uma ANOVA (BioEstat 5.0). No caso de diferença significativa, foi utilizado o teste de Tuckey para verificar quais coletas apresentavam diferenças entre si e procurar algum padrão com relação ao regime hidrológico do corpo d'água.

Os parâmetros tomados para cada ponto de coleta foram submetidos a uma análise discriminante (BioEstat 5.0) a fim de verificar se os pontos apresentam diferenças ambientais entre si.

1.3- RESULTADOS

A variação das características ambientais da água, medidas durante o primeiro ano de amostragem, está representada na Tabela 01, com os valores calculados para média, valores máximos e mínimos para pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura e salinidade na superfície da água e no fundo.

Tabela 1- Características ambientais da água nos pontos de coleta da REBIO do Parazinho medidas durante o primeiro ano de amostragem (março/2011 a janeiro/2012)

Características ambientais		Locais de amostragem					
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Maruins	Guilherme
pH	Média	6.9	7.1	7.0	6.9	6.8	6.7
	Mín	4.4	5.9	5.0	6.0	5.1	5.5
	Máx	8.0	8.2	7.7	8.0	7.6	7.6
OD (mg.L ⁻¹)	Média	7.1	7.3	7.2	6.3	3.9	4.3
	Mín	3.2	3.3	4.3	4.2	0.1	1.5
	Máx	12.3	10.4	11.8	10.3	9.8	8.0
Condutividade (mS)	Média	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	0.1
	Mín	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Máx	0.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.7
Temperatura (°C)	Média	29.1	29.4	29.1	29.3	29.5	29.1
	Mín	26.0	25.5	20.9	26.5	25.0	26.2
	Máx	35.5	36.1	32.6	32.1	37.3	36.0
Salinidade (ppm)	Superfície	0	0	0	0	0	0
	Fundo	0	0	0	0	0	0

Os dados ambientais coletados (pH, oxigênio dissolvido, condutividade, temperatura, e salinidade) ao longo do primeiro ano de amostragem (março 2011 a janeiro 2012), quando testados para verificar possíveis diferenças entre as coletas, mostraram que a temperatura da água e a sua condutividade não apresentaram diferenças significativas. O pH e o oxigênio dissolvido mostraram diferenças entre as coletas (Tabela 02). A salinidade da água foi tomada durante o primeiro ano de amostragem,

considerando-se amostras de água superficial e de fundo. Em nenhum momento foram encontrados traços de salinidade na água.

Tabela 2- Valores calculados pela ANOVA para os dados ambientais entre as coletas no primeiro ano de amostragem na REBIO do Parazinho

Variável	GL	SQ	QM	F	(p)	Conclusão
pH	5	39.767	7.953	95.5591	< 0.0001	Há diferença
OD	5	422.627	84.525	26.8361	< 0.0001	Há diferença
Condutividade	5	0.147	0.029	2.0151	0.0746	Ns
Temperatura	5	17.8 e+02	355.155	1.5286	0.1785	Ns

Tabela 3- Resultado da ANOVA para os valores de pH e do teste de Tukey para testar as diferenças entre os dados ambientais das coletas realizadas no primeiro ano de amostragem da REBIO do Parazinho

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
Tratamentos	5	39.767	7.953
Erro	278	23.138	0.083
F =	95.5591		
(p) =	< 0.0001		
Média (Coluna 1) =	7.3324		
Média (Coluna 2) =	7.125		
Média (Coluna 3) =	7.4061		
Média (Coluna 4) =	6.8072		
Média (Coluna 5) =	6.8023		
Média (Coluna 6) =	5.8125		
Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 2) =	0.2074	3.0272	ns
Médias (1 a 3) =	0.0738	1.6201	ns
Médias (1 a 4) =	0.5251	12.6422	< 0.01
Médias (1 a 5) =	0.53	12.9067	< 0.01
Médias (1 a 6) =	1.5199	24.5749	< 0.01
Médias (2 a 3) =	0.2811	4.2785	< 0.05
Médias (2 a 4) =	0.3178	5.0438	< 0.01
Médias (2 a 5) =	0.3227	5.1468	< 0.01
Médias (2 a 6) =	1.3125	16.8479	< 0.01
Médias (3 a 4) =	0.5989	16.2958	< 0.01
Médias (3 a 5) =	0.6038	16.6714	< 0.01
Médias (3 a 6) =	1.5936	27.1308	< 0.01
Médias (4 a 5) =	0.0049	0.1577	ns
Médias (4 a 6) =	0.9947	17.8592	< 0.01
Médias (5 a 6) =	0.9898	17.884	< 0.01

Os valores de pH mostraram-se diferentes entre as coletas. A coleta 1 não mostrou diferença significativa com relação às coletas 2 e 3, no entanto as coletas 2 e 3 apresentaram diferença significativa entre si. A Tabela 03 mostra que no geral, cada coleta apresenta valores de pH diferentes entre si com relação às médias.

As diferenças observadas referentes ao oxigênio dissolvido durante as amostragens (Tabela 04) não mostraram um padrão que pudesse ser explicado pelo regime hidrológico anual do corpo d'água. O oxigênio dissolvido na água pode ser influenciado pela variação diária da pluviosidade, pelo vento que aumenta a intensidade das ondas ou pelo ciclo lunar que determina a energia das marés e com isso também a intensidade das ondas. Durante as amostragens, ocorreram diversos eventos que pudessem interferir nos valores de oxigênio dissolvido na água o que provavelmente levou a uma desigualdade entre as coletas, como aumento de pluviosidade, vento excessivo em algumas ocasiões, etc.

Para testar se os locais de amostragem ao longo da ilha sofrem alguma diferenciação entre si e entre as coletas foi realizada uma análise discriminante de Fisher (BioEstat 5.0) (Figura 12), considerando as médias de cada variável em cada coleta por ponto amostral. Essa análise mostrou que os pontos amostrais localizados na área da ilha que sofre maior hidrodinamismo, voltada para o oceano e com substrato predominantemente de areia (Maruins e Guilherme) se diferenciaram dos demais. Com relação aos parâmetros medidos, o Ponto 4 pode ser considerado uma área com características intermediárias entre os pontos 1, 2 e 3, considerados de baixa energia e fundo de lama e os pontos Maruins e Guilherme, com fundo de areia e alta energia

hidrodinâmica. Isso também pode ser observado na Figura 12.

Tabela 4- Resultado da ANOVA para os valores de oxigênio dissolvido e do teste de Tukey para testar as diferenças entre as coletas durante o primeiro ano de amostragem na REBIO do Parazinho

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
Tratamentos	5	422.627	84.525
Erro	349	11.0 e+02	3.15
F =	26.8361		
(p) =	< 0.0001		
Média (Coluna 1) =	8.4824		
Média (Coluna 2) =	6.496		
Média (Coluna 3) =	6.8595		
Média (Coluna 4) =	6.594		
Média (Coluna 5) =	6.5333		
Média (Coluna 6) =	4.6422		
Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (1 a 2) =	1.9864	7.6559	< 0.01
Médias (1 a 3) =	1.6229	6.2419	< 0.01
Médias (1 a 4) =	1.8884	7.3902	< 0.01
Médias (1 a 5) =	1.949	3.5074	ns
Médias (1 a 6) =	3.8402	15.0286	< 0.01
Médias (2 a 3) =	0.3635	1.7676	ns
Médias (2 a 4) =	0.098	0.4901	ns
Médias (2 a 5) =	0.0373	0.0701	ns
Médias (2 a 6) =	1.8538	9.2724	< 0.01
Médias (3 a 4) =	0.2655	1.3232	ns
Médias (3 a 5) =	0.3261	0.6122	ns
Médias (3 a 6) =	2.2173	11.0512	< 0.01
Médias (4 a 5) =	0.0606	0.1143	ns
Médias (4 a 6) =	1.9518	10.0194	< 0.01
Médias (5 a 6) =	1.8912	3.5648	ns

Análise Discriminante

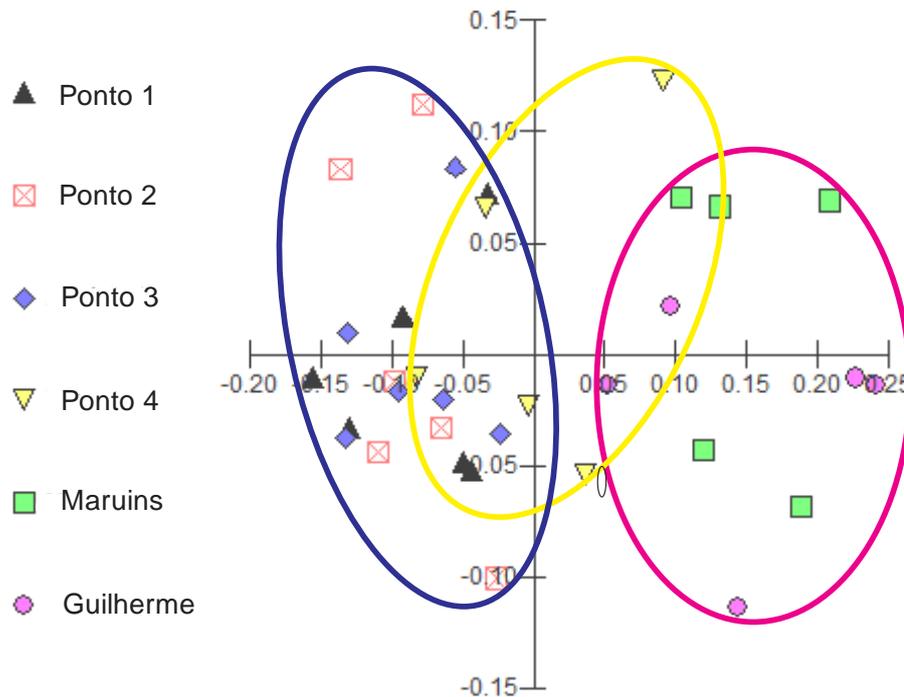


Figura 12- Resultado da análise discriminante entre as médias obtidas dos dados ambientais analisados (pH, condutividade, temperatura e oxigênio dissolvido) nos pontos de coleta durante as amostragens de raias na Reserva Biológica do Parazinho.

1.4- DISCUSSÃO

A importância de variáveis ambientais para a comunidade de peixes é dependente da escala de análise (dimensão geográfica da área analisada). Em pequena escala, fatores bióticos desempenham um papel importante na organização da comunidade (Dufech & Fialho 2009). Em estudos de larga escala, no entanto, fatores abióticos e biogeográficos são os determinantes mais importantes das comunidades de peixes (Jackson et al. 2001). Nesse estudo, entretanto, observa-se uma diferenciação significativa entre os dados

ambientais medidos (pH, Oxigênio Dissolvido) (Tabela 02) que podem determinar fatores bióticos determinantes para a ocorrência e ecologia das raias, como abundância de alimento.

A concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água é controlada por vários processos físicos e bioquímicos (Zheng et al 2004; Lopes & Silva 2006). Os processos físicos incluem advecção de correntes e mistura turbulenta (Motta 2008). Os processos bioquímicos são a respiração, fotossíntese, e oxidação, devido à demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrificação, demanda sedimentar de oxigênio (DSO), respiração do fitoplâncton e bacterioplâncton (Zheng et al 2004). A capacidade da água de reter oxigênio depende da salinidade, temperatura, hora do dia, estação do ano entre outros (Gao & Song 2008). O oxigênio não é muito solúvel na água, sendo menos solúvel na água salgada. Águas de elevada temperatura não conseguem reter muito oxigênio como águas mais frias. Os níveis de OD também são afetados pela profundidade. Diferenças de temperatura em diferentes profundidades afetam o quanto de oxigênio a água pode reter. O oxigênio não é verificado em grandes profundidades, resultando assim em altos níveis de OD na superfície e baixos no fundo (Gao & Song 2008), o que contraria a lógica acima apresentada: temperatura baixa= OD alto, temperatura alta= OD baixo.

Os pontos amostrais analisados não apresentaram os padrões esperados de OD conforme suas características físicas. Os pontos Maruins e Guilherme, apesar de constituírem áreas de alta energia hidrodinâmica apresentaram os menores valores de OD. Como as áreas são abertas, com águas transparentes durante a maré baixa, não é visível uma grande

concentração de matéria orgânica que pudesse aumentar a DBO, diminuindo o OD. A temperatura da água, apesar de alta, não apresentou diferença significativa entre os pontos amostrais que viesse a interferir nessa medida. Apenas a profundidade dos corpos d'água no momento das medições poderia, talvez, estar influenciando essas medidas, pois nos pontos Maruins e Guilherme, a profundidade máxima era de 30 cm enquanto nos demais pontos essa profundidade podia chegar a mais de 1,5m no momento das vistorias e conseqüente tomada das medidas.

Alterações bruscas de pH (<5,0 ou >9,0) podem prejudicar a sobrevivência de espécies aquáticas e produzir alterações histológicas (Duncan & Fernandes 2010), que afetam o crescimento e o desenvolvimento dos peixes (Ferreira et al. 2001). Isso demonstra a importância do acompanhamento desse parâmetro para entender possíveis padrões de ocorrência e ocupação de espécies de peixes.

O pH próximo ao neutro, registrado na maioria dos casos, é característico dos rios de águas brancas da Amazônia (Junk 1983), sobretudo este parâmetro, de maneira geral, evidenciou apenas uma ocasião de medição fora da faixa considerada tolerável à comunidade biológica (4,4). Os rios cujas cabeceiras se localizam no Planalto Guianense tendem a apresentar águas ácidas (4 a 7), e maior transparência, como é o caso do rio Araguari. Os grandes rios de água branca tendem a apresentar o pH em torno da neutralidade (6,5 a 7). De maneira geral as coletas realizadas entre março e julho de 2011 (Coletas 1, 2 e 3) apresentaram água com pH ligeiramente maior que as coletas realizadas entre setembro de 2011 e janeiro de 2012 (Coletas 4, 5 e 6). Essa diferença foi considerada significativa

(Tabela 02) e apesar de algumas medições terem apresentado valores mais elevados ou menores que o esperado, as médias calculadas ao longo do ano em cada ponto amostral se mantiveram nos níveis esperados para os rios de água branca e com elevada quantidade de material em suspensão.

As análises dos valores de pH, condutividade, temperatura e salinidade indicaram como a ilha apresenta habitats heterogêneos conforme pode-se observar pela Figura 12, que mostra que há um gradiente de diferenciação de características abióticas entre os pontos. Contudo as possíveis preferências das espécies pelos pontos amostrais são discutidas no capítulo 5 deste trabalho.

Charvet-Almeida et al. (2005) observaram que a salinidade é um fator limitante para algumas espécies de raias, no entanto, como não foram encontrados traços de salinidade durante a amostragem, caso haja alguma preferência de alguma espécie por algum ponto amostral, isso deve ser devido a qualquer outro fator não relacionado à salinidade.

Capítulo 2- Composição e morfometria da taxocenose de raias na REBIO do Parazinho

2.1- INTRODUÇÃO

A identificação das espécies de potamotrigonídeos é baseada principalmente no padrão de coloração da região dorsal do disco. Entretanto, observa-se intensa variação intraespecífica de colorido, tanto em espécies endêmicas para um único rio (e.g., *Potamotrygon henlei* do Rio Tocantins e *P. leopoldi* do Rio Xingú) quanto naquelas de ampla distribuição (e.g., *P. motoro* e *P. orbignyi*) (Silva 2009). Com isso, a identificação de muitas espécies é, frequentemente, feita de forma errônea (Carvalho et al. 2003, Martin 2005). Essa dificuldade na identificação das espécies, aliada às características inerentes do grupo, como dificuldade de captura e baixa densidade populacional, faz com que a maioria das espécies não apresente dados suficientes adquiridos na natureza acerca de biologia e ecologia. Percebe-se que a quantidade de estudos sobre alimentação e forrageamento de tubarões e raias é muito inferior quando comparada a de outros peixes marinhos e vertebrados, e que o conhecimento disponível sobre o papel trófico destes animais é limitado (Cortés 1999, Wetherbee & Cortés 2004). Nelson (1977) e Gruber & Myrberg (1977) salientam essa dificuldade na captura do grupo e acrescentam a problemática da preservação e manutenção dos exemplares em coleções científicas, além das limitações para observações diretas em ambiente natural e em cativeiro.

O objetivo deste capítulo é caracterizar a taxocenose de raias de água

doce residentes na Rebio do Parazinho e descrever morfológica e morfometricamente as espécies mais abundantes.

2.2- METODOLOGIA

As raias de água doce da Reserva Biológica do Parazinho foram amostradas por meio de coletas bimestrais, de março de 2011 a janeiro de 2013.

Os pontos amostrais foram escolhidos em uma coleta piloto, realizada em fevereiro de 2011, onde toda a ilha foi percorrida, os possíveis pontos de coleta foram amostrados e os aparelhos testados, assim como o manuseio dos espécimes. Os pontos amostrais foram estabelecidos (Figura 02 e 03) de acordo com a acessibilidade e o tipo de ambiente. A diversidade de habitats demandou uma estratégia de amostragem com múltiplos aparelhos de coleta, que incluíram espinhéis (Figura 13), tarrafas, zagaia e redes de tapagem. Redes de espera de nylon monofilamento e multifilamento, com malhagens de 30, 40, 50 e 60 mm entre nós adjacentes e com 20m de comprimento, foram testadas nos vários pontos amostrais, porém sem sucesso na captura de raias, tendo sido, portanto, excluídas do método. Os espinhéis consistiram de linhas de fundo com 25 ou 50 anzóis alternando tamanhos de anzóis de 3, 4, 5, 6, 7, 8/0 em todos os espinhéis, posicionados a cada 2 m aproximadamente, perfazendo um transecto de amostragem de 50 ou 100 m.

Em dois canais de maré, os mesmos que abrigavam os espinhéis dos pontos P1 e P4, foi realizada a tapagem, como método acessório de captura.

Essa tapagem consistia na colocação de uma malhadeira de margem à margem, num trecho que ficava completamente seco. O entralhe de fundo era preso com gravetos no leito do igarapé e o corpo da rede enrolado e enterrado. Durante a preamar a malhadeira era levantada, impedindo a passagem de raias e assim confinando as que se encontravam a montante da rede. Na baixamar seguinte eram coletadas as raias que ficavam presas nesse trecho, com a mão (Figura 14), para evitar danos ao animal, que deveria ser solto em seguida.



Figura 13- Exemplo de captura de raias com espinhel na Reserva Biológica do Parazinho.



Figura 14- Captura de indivíduos de raias com a mão na Reserva Biológica do Parazinho (Foto: Joely Lima).

Para a primeira coleta (março 2011) foram utilizados três espinhéis (P1, P2 e P3). Nos intervalos entre marés (maré baixa), as áreas que permaneciam com água e cujo acesso era possível por via terrestre eram amostradas com tarrafas.

A partir da 2ª coleta foi adicionado um espinhel de 50 anzóis (P4) e mais dois espinhéis com 25 anzóis cada (Maruins e Guilherme). Esses últimos pontos amostrais não apresentavam acesso por voadeira em nenhum momento para vistoria dos espinhéis, esta tendo então que ser realizada nos períodos de maré baixa através de acesso por terra. Esses igarapés ficam completamente inundados durante o período de maré alta e na baixamar, permanecem com seu canal principal apresentando profundidade máxima de 30cm.

As vistorias de todos os espinhéis aconteceram duas vezes por dia, respeitando os horários de vazante da maré. Os peixes além das raias capturados eventualmente foram identificados e pesados para os cálculos de CPUE (Captura por Unidade de Esforço) e então liberados.

A iscagem dos espinhéis era feita durante as vistorias que aconteciam à noite. Nas vistorias diurnas, a iscagem era realizada por terra pouco antes do início da enchente da maré para evitar o ataque de aves, pequenos peixes e crustáceos às iscas, que poderia comprometer a eficiência dos espinhéis.

As iscas utilizadas foram, a princípio, peixes e camarões adquiridos em mercado e congelados. Conforme as artes de pesca capturavam peixes que não podiam ser soltos, estes também eram utilizados para iscas. Foram utilizados para iscas *Hoplias malabaricus* (traíra), *Hoplerythrinus unitaeniatus* (jeju), *Plagioscion* spp. (pescada), *Brachiplatystoma filamentosum* (filhote),

Sciades herzbergii (bagre), *Colossoma macropomum* (tambaqui), *Mylossoma duriventre* (pacu), *Arapaima gigas* (pirarucu), *Osteoglossum bicirrhosum* (aruanã), *Astyanax abramis* (matupiri), *Mugil lisa* (tainha), *Curimata inornata* (branquinha) e o camarão *Macrobrachium amazonicus*.

2.2.1- Coleta de dados e tratamento das raias

No primeiro ano de amostragem, entre março de 2011 e janeiro de 2012, todas as raias capturadas foram fotografadas, pesadas, medidas quanto à sua largura de disco e comprimento total, tinham seu sexo anotado e caso as fêmeas abortassem embriões, esses foram fixados em formalina 10%. Na presença de ectoparasitas, foram retiradas amostras dos mesmos e fixados em álcool 70%. Uma amostra de tecido de cada indivíduo foi tirada através do corte de um pedaço triangular do lado esquerdo do disco. Esse tecido não foi utilizado neste trabalho, mas foi incorporado à Coleção Científica Fauna do Amapá (IEPA). As raias foram marcadas internamente com microchip do tipo PIT (Passive Integrated Transponder) inserido na região próxima à base da cauda em seu lado esquerdo com aplicador subcutâneo (Figura 15-g). Os microchips são caracterizados por frequência de operação de 134,2 kHz, com dimensões aproximadas de 11,5 mm por 2,1 mm (0.43" por 0.08"), compatíveis com as normas ISO 11784/11785 e manufaturados em biovidro. Após os procedimentos descritos, as raias eram liberadas no mesmo local de sua captura. A partir da segunda coleta todas as raias eram verificadas quanto à presença de microchip comprovando se tratar de recaptura. Nesses casos, repetia-se o mesmo procedimento que era realizado com exceção da microchipagem.



Figura 15- Procedimentos usados nas raias após sua captura: a) verificação de presença de microchip; b) tomada do comprimento total; c) tomada da largura do disco; d) tomada do peso; e) retirada de tecido; f) fixação do tecido; g) aplicação de microchip e h) retirada de ectoparasitas.

No segundo ano de coleta, de março de 2012 a janeiro de 2013, as raias recapturadas tinham todos seus dados tomados novamente e eram liberadas. As raias que eram capturadas pela primeira vez passavam pelo mesmo procedimento de tomada de dados em campo e então eram anestesiadas com Eugenol acrescido à água e dissecadas para a retirada de seu estômago e gônadas (Figura 16). Estes foram fixados em formalina 10% neutralizada com carbonato de cálcio. O indivíduo era então fixado em formalina 10%. Após um mínimo de 7 dias as raias eram lavadas com água corrente e transferidas para solução conservadora de álcool 70%.

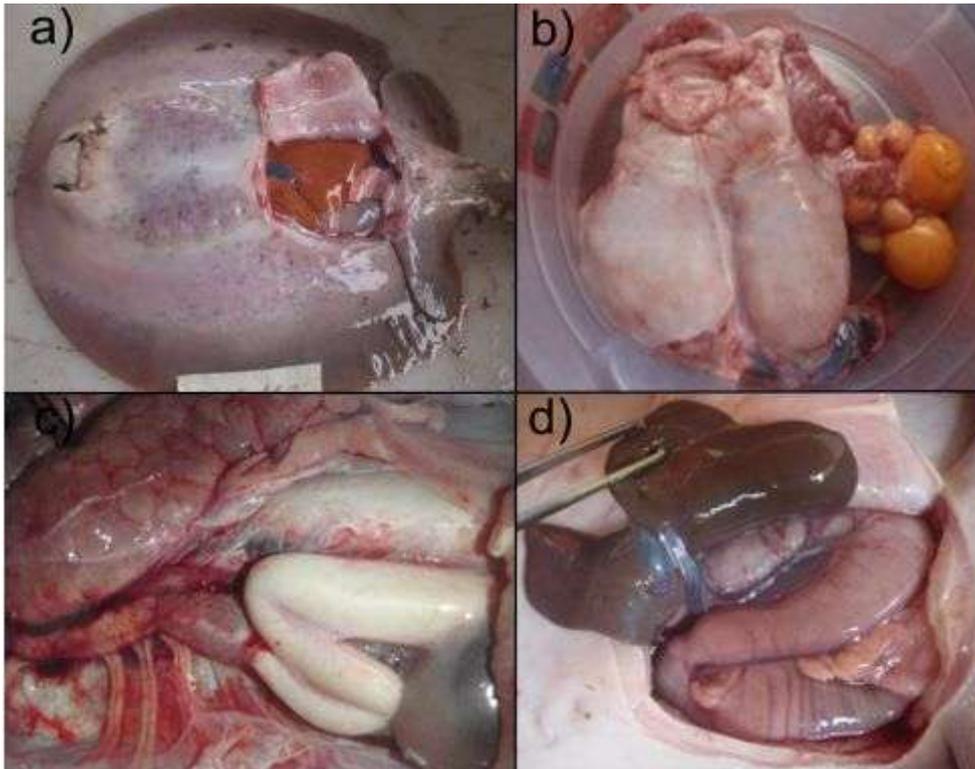


Figura 16- Procedimentos de dissecção das raias realizados no segundo ano de amostragem na REBIO do Parazinho: a) exposição das vísceras; b) retirada das gônadas femininas; c) gônadas masculinas e d) estômago e intestino.

Os espécimes de raias capturados foram classificados em espécies através de seu padrão de coloração dorsal (caráter específico), por meio de comparações com espécimes depositados na Coleção Científica Fauna do Amapá (IEPA), descrições originais das espécies e contato com especialistas.

Dos espécimes fixados foram tomados dados morfométricos (Figura 17) (Tabela 05) e merísticos, segundo os métodos de Rosa (1985) com algumas modificações.

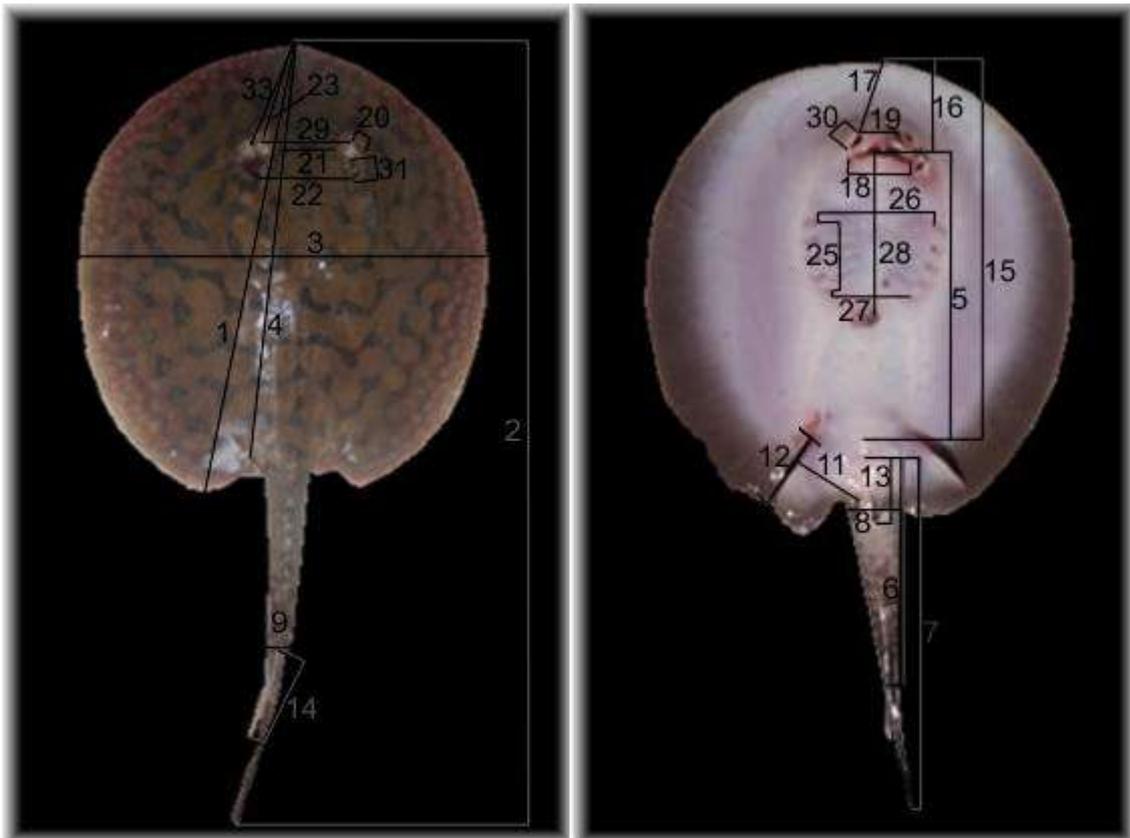


Figura 17- Representação das medidas dorsais e ventrais tomadas nas raias coletadas na Reserva Biológica do Parazinho, listadas na Tabela 05.

Tabela 5- Listagem dos dados morfométricos e merísticos tomados para cada indivíduo coletado no segundo ano de amostragem na REBIO do Parazinho

Seqüência	Discriminação
1	Comprimento do disco
2	Comprimento total
3	Largura do disco
4	Largura interna do disco
5	Distância Boca-Cloaca
6	Distância Cloaca-espinho
7	Comprimento da cauda
8	Largura da cauda
9	Largura da cauda no espinho
10	Altura da cauda
11	Largura da nadadeira pélvica
12	Comprimento da nadadeira pélvica
13	Comprimento do cláspere
14	Comprimento do espinho
15	Distância pré cloacal
16	Distância pré oral
17	Distância pré narial
18	Largura da boca
19	Distância entre narinas
20	Comprimento do olho (horizontal)
21	Distância interorbital
22	Distância interespiráculos
23	Distância pré ocular
24	Altura da membrana da caudal
25	Comprimento das aberturas branquiais (1ª a 5ª)
26	Largura entre as 1 ^{as} aberturas branquiais
27	Largura entre as 5 ^{as} aberturas branquiais
28	Boca-Escápula
29	Distância interocular
30	Comprimento da narina
31	Abertura do espiráculo
32	Largura espiráculo
33	Distância pré espiraculo
34	Número de espinhos da caudal
35	Fileiras de dentes na placa dentária superior
36	Fileiras de dentes na placa dentária inferior
37	Largura da placa dentária superior
38	Largura da placa dentária inferior

Os dados morfométricos tomados por espécime foram representados por meio de índices, que foram calculados convertendo os dados brutos à porcentagem da largura do disco (% Ld), buscando-se eliminar o efeito do tamanho dos indivíduos e verificar diferenças morfométricas entre as espécies.

A eficiência do método de amostragem utilizado foi avaliada pelo Método de Acumulação de Espécies (Rarefação), pelo programa PAST® (Palaeontological Statistics, Ver. 1,75)

Para avaliar a frequência das diferentes espécies foi utilizado o Índice de Constância (C), segundo Dajoz (1983):

$$C = \frac{p_i \times 100}{P}$$

sendo:

p_i = número de coletas contendo a espécie i

P = total de coletas realizadas

A partir do resultado obtido, cada espécie foi classificada segundo Dajoz (1978) em: constante, $C > 50\%$; acessória, $25\% \leq C \leq 50\%$; e acidental, $C < 25\%$.

Neste estudo, a unidade amostral foi considerada a atividade de pesca feita por ponto de coleta. Mais de uma arte de pesca podia ser utilizada em cada ponto amostral de acordo com as condições locais. A unidade de esforço de pesca foi medida pelo número de dias de pesca, independente do número e tipo de artes de pesca utilizadas, conforme Almeida et al. (2009) e Cartamil et al. (2011).

Cada período de coleta teve a duração mínima de seis dias, e nos eventos de coleta, todos os pontos eram amostrados simultaneamente.

A captura por unidade de esforço (CPUE) foi estimada como uma taxa

entre o número (n) e a biomassa (g) de raias capturadas e o número de dias de pesca (Almeida et al. 2009, Cartamil et al. 2011). Para esse cálculo foram utilizados apenas os espécimes capturados por espinhéis. Os outros peixes capturados foram considerados separadamente para o cálculo da CPUE a fim de mostrar a contribuição relativa das raias em número e biomassa com relação à comunidade de peixes capturada pelos métodos empregados.

Análise Discriminante é uma técnica de Análise Multivariada frequentemente utilizada com o objetivo de diferenciar populações e/ ou classificar objetos em populações pré-definidas sendo possível analisar simultaneamente um grande número de variáveis morfométricas.

Os dados morfométricos obtidos para cada espécie foram utilizados para esta análise pelo programa XLSTAT (Versão 2013.3.05) na tentativa de diferenciar as espécies de raias pré-estabelecidas.

2.3- RESULTADOS

Foi registrado um total de 223 capturas, correspondendo a 416,490 kg em biomassa e 208 espécimes de raias durante o período de estudo, equivalente a 82 dias de amostragem. O número de espécimes capturados em cada ponto amostral e sua biomassa total estão representados na Tabela 06, assim como o número total de dias de pescaria por ponto de coleta.

Oito espécies distintas de raias de água doce foram capturadas ao longo do estudo: *Paratrygon aiereba*, *Potamotrygon motoro*, *P. orbignyi*, *P. scobina*, *P. constellata*, *P. cf. dumerilii*, *Potamotrygon* sp. e *Potamotrygon* sp 1.

A análise da ocorrência das espécies de raias ao longo dos pontos de amostragem indicou que *Potamotrygon motoro* e *P. sp1* são espécies constantes na área da Rebio do Parazinho, tendo sido capturadas em 100% das amostragens. O índice de Constância de Dajoz (1983) indicou que *P. cf. dumerillii*, *P. orbignyii* e *P. scobina* também são espécies constantes na área estudada, enquanto que *P. constellata* e *P. sp.* foram consideradas espécies acessórias. *Paratrygon aiereba*, por ter sido capturada apenas em uma ocasião, foi considerada espécie acidental.

A curva de rarefação de espécies indica que as 8 espécies capturadas corresponde ao número máximo de espécies de raias esperadas para a área de estudo (Figura 18), demonstrando que o método de amostragem utilizado foi eficiente para a área de estudo.

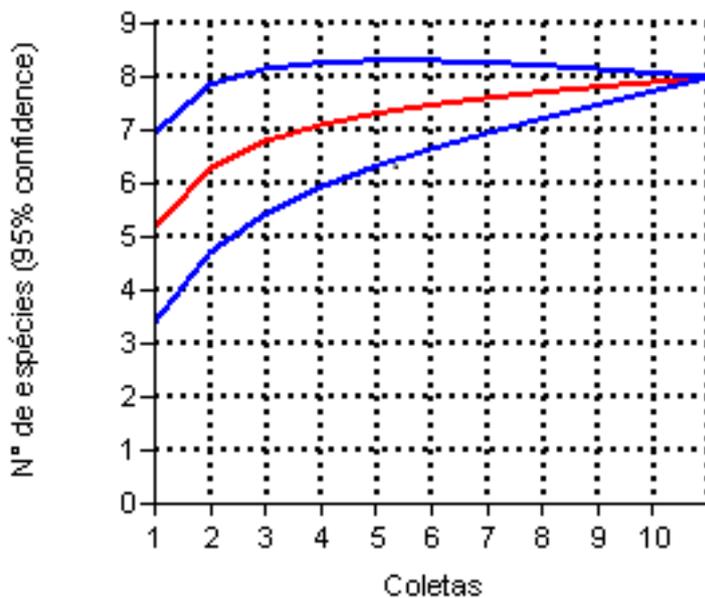


Figura 18- Curva de rarefação das espécies de raias coletadas na Reserva Biológica do Parazinho (programa PAST).

Tabela 6- Número (n) e peso (w, em gramas) de raias de água doce capturadas por ponto de amostragem distribuídos por espécie e por ponto de coleta

Espécies	Número (n) e peso (w)	Pontos amostrais						Total
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Gui	Mar	
<i>Potamotrygon</i> <i>cf. dumerilii</i>	n	11	1	5	19	0	1	37
	w	4840	480	9750	19860		2220	37150
<i>Potamotrygon</i> <i>motoro</i>	n	18	3	13	13	3	4	54
	w	18570	6490	31490	20360	14370	6120	97400
<i>Potamotrygon</i> <i>orbignyi</i>	n	10	0	0	7	0	1	18
	w	5780			5210		90	11080
<i>Potamotrygon.</i> <i>sp1</i>	n	40	8	8	22	4	4	86
	w	41680	25440	35590	34410	8180	5200	150500
<i>Potamotrygon</i> <i>scobina</i>	n	2	6	0	1	2	0	11
	w	7410	41880		6560	2740		58590
<i>Potamotrygon</i> <i>sp.</i>	n	1	0	0	1	0	2	4
	w	1000			7200		3110	11310
<i>Potamotrygon</i> <i>constellata</i>	n	1	0	0	11	0	0	12
	w	2170			32890			35060
<i>Paratrygon</i> <i>aiereba</i>	n	0	1	0	0	0	0	1
	w		15400					15400
Outros peixes	n	78	51	42	25	39	47	282
	w	47139	211870	80200	12300	47920	90940	490369

A maior biomassa de raias capturada foi referente à espécie *Potamotrygon* sp1, seguida de *P. motoro*, que foram as espécies mais abundantes em toda a amostragem, ou seja, ocorrendo em maior número de indivíduos que as demais espécies. A biomassa de outros peixes correspondeu a 54% de toda a biomassa amostrada durante o trabalho e 56% considerando apenas o número de espécimes. A contribuição das raias é então muito expressiva na biomassa total de pescado na área da reserva, desconsiderando qualquer fator de seletividade dos petrechos utilizados para a captura. Dentre os outros peixes, a espécie que mais contribuiu em número foi o bagre (*Sciades herzbergii*), muito abundante na área da Reserva, e o pirarucu (*Arapaima gigas*) teve uma contribuição também muito expressiva em biomassa, pois além de muitos abundantes na área, cada espécime capturado

pesava no mínimo 10 kg.

Os pontos 1 e 4 foram os locais com maior abundância em número de espécimes de raias e os pontos Maruins e Guilherme apresentaram menor abundância. Esses conjuntos de pontos podem ser considerados os locais com menor e maior energia hidrodinâmica, respectivamente, sugerindo que as raias apresentam alguma preferência na ocupação ou exploração de corpos d'água mais calmos, o que leva a um fundo com sedimento mais selecionado (partículas finas) e conseqüentemente com maior quantidade de matéria orgânica, devido à maior facilidade de sedimentação, fixação e estabelecimento de plantas e animais.

Potamotrygon sp1 (38%), *P. motoro* (25%) e *P. cf. dumerilii* (17%) foram as espécies mais abundantes em número de espécimes na área de estudo durante todo o período de amostragem e também em biomassa (Tabela 7). *P. sp1* foi a mais abundante em todos os pontos amostrais com exceção do Ponto 3, onde *P. motoro* foi a espécie mais abundante. Esse padrão de ocupação de habitat entre as espécies será discutido posteriormente no tópico relacionado ao uso do habitat e padrões de movimentação da taxocenose de raias.

O Ponto 4, além de constituir a área de maior abundância de raias, é também o que apresentou a maior abundância relativa de raias em relação a todos os peixes capturados (Tabela 7).

Tabela 7- CPUE (Número de raias capturadas/ dias de pesca) médio por espécie de raia, CPUE de Total de raias e CPUE total de outros peixes capturados em cada ponto amostral na Reserva Biológica do Parazinho

Espécies	Pontos amostrais					
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Guilherme	Maruins
<i>Potamotrygon cf. dumerilii</i>	0,10	0,01	0,06	0,22	0,00	0,01
<i>Potamotrygon motoro</i>	0,16	0,03	0,15	0,16	0,04	0,05
<i>Potamotrygon orbignyi</i>	0,03	0	0	0,10	0	0,01
<i>Potamotrygon</i> sp1	0,38	0,09	0,08	0,24	0,05	0,05
<i>Potamotrygon scobina</i>	0,02	0,07	0	0,01	0,03	0
<i>Potamotrygon</i> sp.	0,01	0	0	0,01	0	0,03
<i>Potamotrygon constellata</i>	0,01	0	0	0,13	0	0
<i>Paratrygon aiereba</i>	0	0,01	0	0	0	0
Total Raias	0,72	0,21	0,29	0,88	0,12	0,16
Outros peixes	0,89	0,60	0,51	0,34	0,56	0,67
Dias de pescaria	89	89	85	82	75	76

2.3.1- Composição da ictiocenose de raias de água doce

Oito espécies distintas de raias de água doce foram capturadas ao longo do estudo, pertencentes aos gêneros, *Paratrygon* e *Potamotrygon*. *Paratrygon* é um gênero monoespecífico, representado pela espécie *Paratrygon aiereba* (Müller & Henle 1841). Para *Potamotrygon* foram encontradas sete morfoespécies relacionadas a seguir.

2.3.1.1- *Potamotrygon cf. dumerilii* (Castelnau, 1855) (Figuras 19 e 20)

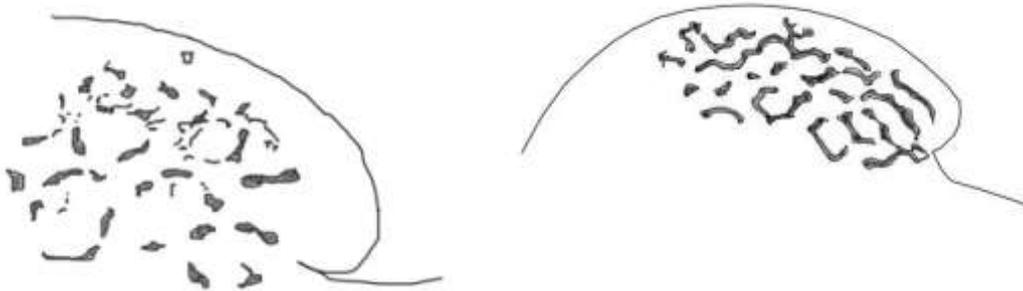


Figura 19- Representação dos padrões dorsais de *Potamotrygon cf. dumerilii* coletadas na Reserva Biológica do Parazinho.



Figura 20- Exemplos de padrões de colorido dorsal de *Potamotrygon cf. dumerilii* coletadas na Reserva Biológica do Parazinho. Espécimes com Ld= 21,3 e 27,2 cm respectivamente.

Espécie originalmente descrita do rio Araguaia (Rosa 1985). Disco dorsalmente marrom claro, com padrão reticulado quebrado com linhas escuras de interior mais claro, formando padrões geométricos e frequentemente apresentando pequenas figuras de formatos próximos ao triangular. Dentes pequenos cuspidados quando jovens e com uma cúspide proeminente central nos machos em estágio reprodutivo. O holótipo está apenas parcialmente preservado no Museum National d'Histoire Naturelle em Paris (Rosa 1985). Diversos autores consideraram a espécie como um sinônimo de *Potamotrygon motoro* (Rosa et al. 2010). Rosa (1985) considerou-a como espécie válida, no entanto, Carvalho et al. (2003) indicaram a mesma

como duvidosa, possivelmente sinônima de *Potamotrygon orbignyi*. Rosa et al. (2010) indicaram que novos estudos são necessários para confirmar a validade da espécie.

Foram coletados 18 espécimes de *Potamotrygon cf. dumerilii*. Os dados morfométricos e merísticos tomados estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8- Dados morfométricos (cm) e merísticos dos espécimes capturados de *Potamotrygon cf. dumerilii* na Reserva Biológica do Parazinho, apresentando o número de espécimes analisados (n), a amplitude (máximo e mínimo) de cada medida, a média das proporções das medidas com a largura do disco (%Ld) e o desvio padrão dos dados analisados

Medidas	n	Amplitude (cm)	Média (% Ld)	Desvio padrão
Largura do disco (Ld) (100%)	18	11.5-40.4	22.6	8.7
Comprimento total	18	21.3-79.2	193.4	15.6
Comprimento do disco	18	12.2-44.8	107.2	3.5
Largura interna do disco	18	10.2-41.3	94.1	4.9
Distância boca-cloaca	18	6.8-30.4	67.7	6.1
Distância cloaca-espinho	18	5.0-21.7	49.2	5.8
Comprimento da cauda	18	10.5-39.4	95.6	10.1
Largura da base da cauda	18	1.0-4.8	10.1	1.2
Largura da cauda na inserção do espinho	18	0.5-2.0	4.8	0.5
Altura da cauda na base	18	0.6-2.5	6.6	0.7
Largura da nadadeira pélvica	18	3.4-12.3	28.8	2.5
Comprimento da nadadeira pélvica	18	2.2-9.2	21.6	2.1
Comprimento do Cláasper	10	1.1-7.2	15.4	7.7
Comprimento do espinho	18	2.2-9.6	25.4	4.5
Distância pré-anal	18	9.6-37.9	89.1	4.5
Distância pré-oral	18	2.9-7.9	22.4	2.1
Distância pré-narial	18	2.2-6.1	16.3	2.0
Largura da boca	18	1.2-4.0	9.7	1.0
Distância internarial	18	1.0-2.9	7.7	0.6
Comprimento do olho	18	0.7-1.5	5.0	0.8
Comprimento do espiráculo	18	1.0-4.2	9.2	1.0
Distância interorbital	18	1.1-3.8	9.9	3.3
Distância interespiracular	18	2.4-7.3	19.2	1.5
Distância pré ocular	18	3.0-10.6	26.4	1.4
Altura da membrana caudal	18	0-0.3	0.8	0.4
Distância entre a 1° e a 5° abertura branquial	18	1.7-7.3	16.1	2.0
Distância entre as primeiras aberturas branquiais	18	2.8-11.0	25.7	1.2
Boca-escápula	18	3.8-15.6	34.8	2.3
Distância interocular	18	2.4-7.8	20.1	1.3
Comprimento da narina	18	0.6-2.8	6.8	0.6
Abertura do espiráculo	18	1.1-5.3	10.4	1.6
Distância entre as 5°s aberturas branquiais	18	2.0-7.7	18.4	1.1
Distância pré-espiracular	18	3.5-10.5	28.3	2.1
Dentes maxila superior	18	21-48	33.6	9.0
Dentes maxila inferior	18	19-46	31.6	7.5
Largura maxila superior	18	1.0-3.5	7.8	1.6
Largura maxila inferior	18	0.8-3.3	7.4	1.4

2.3.1.2- *Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841) (Figuras 21 e 22)

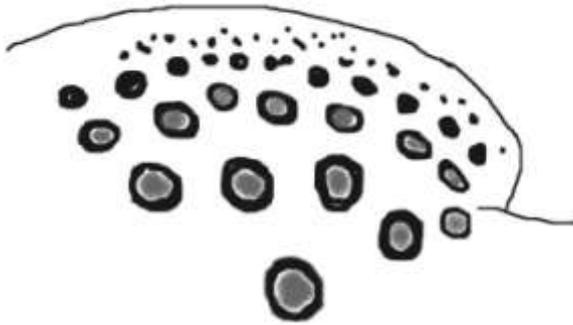


Figura 21- Representação do padrão dorsal de *Potamotrygon motoro* coletadas na Reserva Biológica do Parazinho



Figura 22- Exemplo de padrão de colorido dorsal de *Potamotrygon motoro* coletada na Reserva Biológica do Parazinho. Espécime com Ld= 25 cm.

Espécie com larga distribuição geográfica, que se estende do rio Orinoco ao rio de La Plata (Rosa, 1985), mas podendo representar um complexo de espécies (Carvalho et al. 2003. Rosa et al. 2010). Superfície dorsal do disco marrom-oliváceo a cinza escuro com ocelos relativamente grandes, amarelos a alaranjados, maiores que o diâmetro do olho, geralmente em 1 a 5 séries de elipses concêntricas (Rosa, 1985). Dentes em formato de losango nas fêmeas e com uma cúspide mediana central em machos reprodutivos.

Foram coletados 18 espécimes de *Potamotrygon motoro*. Os dados morfométricos e merísticos tomados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9- Dados morfométricos (cm) e merísticos dos espécimes capturados de *Potamotrygon motoro* na Reserva Biológica do Parazinho, apresentando o número de espécimes analisados (n), a amplitude (máximo e mínimo) de cada medida, a média das proporções das medidas com a largura do disco (%Ld) e o desvio padrão dos dados analisados

Medidas	n	Amplitude (cm)	Média (% Ld)	Desvio padrão
Largura do disco (Ld) (100%)	18	18.0-45.5	32.3	7.6
Comprimento total	18	32.3-78.2	174.7	9.2
Comprimento do disco	18	18.4-49.6	106.9	2.8
Largura interna do disco	18	15.5-43.2	93.2	3.1
Distância boca-cloaca	18	11.1-31.0	65.8	2.3
Distância cloaca-espinho	18	7.5-19.1	43.5	2.5
Comprimento da cauda	18	16.1-35.4	82.4	7.7
Largura da base da cauda	18	2.1-5.2	10.0	1.2
Largura da cauda na inserção do espinho	18	0.9-2.2	4.4	0.5
Altura da cauda na base	18	1.0-2.8	6.1	0.5
Largura da nadadeira pélvica	18	5.4-12.9	28.9	2.4
Comprimento da nadadeira pélvica	18	3.3-10.4	22.0	2.2
Comprimento do Cláspes	10	1.9-11.6	27.4	6.2
Comprimento do espinho	16	1.6-9.7	20.6	5.5
Distância pré-anal	18	15.0-41.1	88.6	2.6
Distância pré-oral	18	4.0-10.9	23.6	1.2
Distância pré-narial	18	3.0-7.3	16.6	0.7
Largura da boca	18	1.9-6.1	11.1	1.6
Distância internarial	18	1.2-3.9	8.0	0.5
Comprimento do olho	18	0.9-1.7	4.3	0.5
Comprimento do espiráculo	18	1.5-3.8	8.2	0.5
Distância interorbital	18	1.8-5.0	10.6	0.5
Distância interespiracular	18	3.5-10.0	21.4	0.9
Distância pré ocular	18	4.9-11.9	26.5	1.4
Altura da membrana caudal	18	0-0.4	0.7	0.3
Distância entre a 1° e a 5° abertura branquial	18	2.5-7.0	14.4	0.9
Distância entre as primeiras aberturas branquiais	18	4.4-11.6	26.4	1.2
Boca-escápula	18	5.6-15.8	33.5	1.4
Distância interocular	18	3.2-9.0	19.1	0.8
Comprimento da narina	18	1.2-3.0	6.5	0.6
Abertura do espiráculo	18	1.8-4.0	8.5	0.8
Distância entre as 5°s aberturas branquiais	18	3.2-9.0	19.5	1.0
Distância pré-espiracular	18	5.3-13.4	29.9	1.2
Dentes maxila superior	18	27-41	33.4	4.7
Dentes maxila inferior	18	26-43	32.4	4.8
Largura maxila superior	18	1.6-5.4	10.1	0.8
Largura maxila inferior	18	1.7-4.7	9.4	0.9

2.3.1.3- *Potamotrygon orbignyi* (Castelnau, 1855) (Figuras 23 e 24)



Figura 23- Representação do padrão dorsal de *Potamotrygon orbignyi* coletada na Reserva Biológica do Parazinho.



Figura 24- Exemplo de padrão de colorido dorsal de *Potamotrygon orbignyi* coletada na Reserva Biológica do Parazinho. Espécime com Ld= 23,4 cm.

Espécie com ampla distribuição geográfica, registrada nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco, Tocantins-Araguaia, Apure e em rios do Suriname, Guiana e Guiana Francesa (Rosa *et al.*, 2010) e recentemente na bacia do rio Parnaíba (Moro *et al.* 2010).

Superfície dorsal do disco marrom claro com manchas formando um padrão reticulado, delimitando espaços hexagonais. Presença de sulcos labiais

definidos (Silva 2009).

Foram coletados 15 espécimes de *Potamotrygon orbignyi*. Os dados morfométricos e merísticos tomados estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10- Dados morfométricos (cm) e merísticos dos espécimes capturados de *Potamotrygon orbignyi* na Reserva Biológica do Parazinho, apresentando o número de espécimes analisados (n), a amplitude (máximo e mínimo) de cada medida, a média das proporções das medidas com a largura do disco (%Ld) e o desvio padrão dos dados analisados

Medidas	n	Amplitude (cm)	Média (% Ld)	Desvio padrão
Largura do disco (Ld) (100%)	15	10.7-31.1	20.5	5.6
Comprimento total	15	21.7-58.7	192.5	11.0
Comprimento do disco	15	11.2-34.4	107.3	2.4
Largura interna do disco	15	10.2-30.5	94.1	3.0
Distância boca-cloaca	15	7.0-22.4	68.6	3.3
Distância cloaca-espinho	15	4.9-15.4	49.8	3.9
Comprimento da cauda	15	9.9-29.1	96.9	11.6
Largura da base da cauda	15	1.0-3.7	11.0	1.9
Largura da cauda na inserção do espinho	15	0.4-1.7	4.9	0.4
Altura da cauda na base	15	0.6-2.4	6.5	0.7
Largura da nadadeira pélvica	15	2.5-9.0	29.3	2.7
Comprimento da nadadeira pélvica	15	2.2-7.0	21.4	1.7
Comprimento do Cláspes	6	1.3-7.3	18.0	7.8
Comprimento do espinho	15	2.7-7.7	26.3	3.0
Distância pré-anal	15	9.3-28.5	88.7	2.9
Distância pré-oral	15	2.3-6.5	21.0	1.9
Distância pré-narial	15	1.8-5.0	14.9	1.5
Largura da boca	15	1.0-3.2	8.8	1.2
Distância internarial	15	0.7-2.2	7.2	0.3
Comprimento do olho	15	0.7-1.3	5.0	0.9
Comprimento do espiráculo	15	0.9-3.4	9.3	1.4
Distância interorbital	15	0.9-2.5	8.7	0.9
Distância interespiracular	15	1.9-5.3	17.6	1.0
Distância pré ocular	15	2.7-7.8	26.0	1.2
Altura da membrana caudal	15	0-0.3	0.8	0.5
Distância entre a 1ª e a 5ª abertura branquial	15	1.7-5.4	16.2	1.0
Distância entre as primeiras aberturas branquiais	15	2.7-7.9	25.1	0.8
Boca-escápula	15	3.6-11.8	34.6	5.5
Distância interocular	15	2.2-5.8	19.4	1.7
Comprimento da narina	15	0.7-2.0	6.6	0.5
Abertura do espiráculo	15	1.2-3.2	11.0	0.7
Distância entre as 5ªs aberturas branquiais	15	1.8-5.6	17.7	0.9
Distância pré-espiracular	15	2.9-8.3	26.9	1.3
Dentes maxila superior	15	24-40	35.7	4.9
Dentes maxila inferior	15	24-36	31.5	4.3
Largura maxila superior	15	0.7-2.0	6.6	0.7
Largura maxila inferior	15	0.6-1.9	6.2	0.7

2.3.1.4- *Potamotrygon constellata* (Vaillant, 1980) (Figuras 25 e 26)

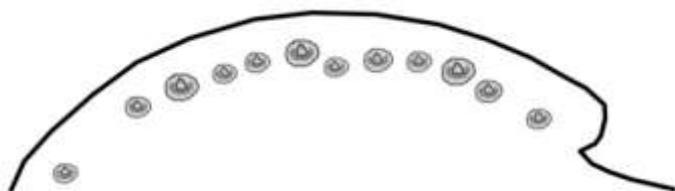


Figura 25- Representação do padrão dorsal de *Potamotrygon constellata* coletada na Reserva Biológica do Parazinho.



Figura 26- Exemplo de padrão de colorido dorsal de *Potamotrygon constellata* coletada na Reserva Biológica do Parazinho. Espécime com Ld= 48,0 cm.

Espécie com distribuição amazônica e considerada como sinônimo júnior de *Potamotrygon circularis* Garman, 1913 (Rosa 1985). Superfície dorsal do disco marrom a marrom-acinzentado, irregularmente manchado de branco e ocasionalmente com padrões reticulados de preto. Séries submarginais de tubérculos achatados frequentemente encontrados na superfície dorsal do disco, porém essa característica não é exclusiva dessa espécie.

Foi coletado um espécime de *Potamotrygon constellata* para a tomada de dados morfométricos e merísticos, que estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11- Dados morfométricos (cm) e merísticos do espécime capturado de *Potamotrygon constellata* na Reserva Biológica do Parazinho, apresentando o número de espécimes analisados (n) e o valor encontrado

Medidas	N	(cm)
Largura do disco	1	31,6
Comprimento total	1	62,3
Comprimento do disco	1	34,5
Largura interna do disco	1	30,0
Distância boca-cloaca	1	23,5
Distância cloaca-espinho	1	17,6
Comprimento da cauda	1	33,5
Largura da base da cauda	1	4,7
Largura da cauda na inserção do espinho	1	1,9
Altura da cauda na base	1	2,8
Largura da nadadeira pélvica	1	8,6
Comprimento da nadadeira pélvica	1	7,6
Comprimento do Cláspes	0	-
Comprimento do espinho	1	6,6
Distância pré-anal	1	28,9
Distância pré-oral	1	6,1
Distância pré-narial	1	4,6
Largura da boca	1	2,7
Distância internarial	1	2,4
Comprimento do olho	1	1,4
Comprimento do espiráculo	1	2,9
Distância interorbital	1	2,8
Distância interespiracular	1	5,7
Distância pré ocular	1	7,7
Altura da membrana caudal	1	0,2
Distância entre a 1° e a 5° abertura branquial	1	5,8
Distância entre as primeiras aberturas branquiais	1	8,8
Boca-escápula	1	12,0
Distância interocular	1	6,2
Comprimento da narina	1	2,1
Abertura do espiráculo	1	3,1
Distância entre as 5°s aberturas branquiais	1	6,0
Distância pré-espiracular	1	8,2
Dentes maxila superior	1	39,0
Dentes maxila inferior	1	32,0
Largura maxila superior	1	2,2
Largura maxila inferior	1	2,0

2.3.1.5- *Potamotrygon scobina* Garman, 1913 (Figuras 27 e 28)

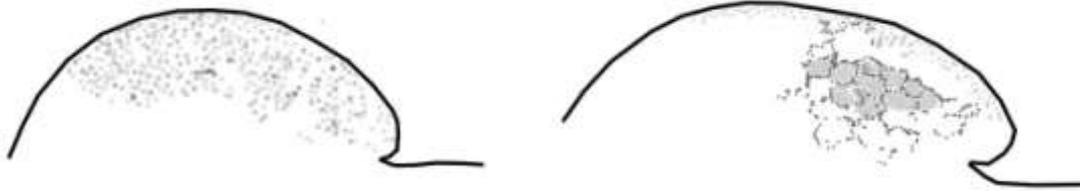


Figura 27- Representação do padrão dorsal de *Potamotrygon scobina* coletada na Reserva Biológica do Parazinho .



Figura 28- Exemplo de padrão de colorido dorsal de *Potamotrygon scobina* coletada na Reserva Biológica do Parazinho. Espécime com Ld= 29,4 cm.

Espécie do médio e baixo Amazonas. Disco subcircular; padrão de coloração amplamente variável; superfície dorsal marrom claro, geralmente marcada por pontos esbranquiçados; cauda longa com muitos tubérculos pontiagudos.

Foram coletados seis espécimes de *Potamotrygon scobina*. Os dados morfométricos e merísticos tomados estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12- Dados morfométricos (cm) e merísticos dos espécimes capturados de *Potamotrygon scobina* na Reserva Biológica do Parazinho, apresentando o número de espécimes analisados (n), a amplitude (máximo e mínimo) de cada medida, a média das proporções das medidas com a largura do disco (%Ld) e o desvio padrão dos dados analisados

Medidas	n	Amplitude (cm)	Média (% Ld)	Desvio padrão
Largura do disco (Ld) (100%)	6	28,8-55.0	45,3	11,3
Comprimento total	6	65,5-110.0	205,7	13,3
Comprimento do disco	6	29,7-57.9	103,5	1,2
Largura interna do disco	6	26-53.4	93,1	3,5
Distância boca-cloaca	6	18,9-45.3	68,4	10,3
Distância cloaca-espinho	6	16,7-31,5	57,0	3,1
Comprimento da cauda	6	39.0-64.0	115,4	12,4
Largura da base da cauda	6	3,9-6,4	12,4	1,5
Largura da cauda na inserção do espinho	6	1.6-3.0	5,3	0,4
Altura da cauda na base	6	2.0-4.7	7,3	0,7
Largura da nadadeira pélvica	6	8,4-16.5	29,7	1,7
Comprimento da nadadeira pélvica	6	6,5-10.8	20,9	2,7
Comprimento do Cláspes	0	-	-	-
Comprimento do espinho	5	2.8-9.5	17,2	7,7
Distância pré-anal	6	25,3-47.5	88,2	2,1
Distância pré-oral	6	6,6-12.6	22,9	0,6
Distância pré-narial	6	5.1-9.6	17,0	0,9
Largura da boca	6	2,7-5.5	9,2	0,9
Distância internarial	6	2.2-4.0	7,2	0,3
Comprimento do olho	6	1.1-1.7	3,3	0,4
Comprimento do espiráculo	6	2.1-4.5	7,7	0,5
Distância interorbital	6	2.6-5.4	8,6	0,7
Distância interespiracular	6	4,4-9.5	17,0	1,3
Distância pré ocular	6	7,9-15.8	26,2	2,1
Altura da membrana caudal	6	0.2-0.5	0,9	0,4
Distância entre a 1° e a 5° abertura branquial	6	3,7-7.7	14,1	0,7
Distância entre as primeiras aberturas branquiais	6	6,7-14.1	24,6	1,3
Boca-escápula	6	6.9-16.9	26,8	7,9
Distância interocular	6	4,9-8.8	16,1	0,8
Comprimento da narina	6	1,6-2.9	5,2	0,3
Abertura do espiráculo	6	2.5-4.6	8,3	0,5
Distância entre as 5°s aberturas branquiais	6	4,9-10.1	17,9	1,1
Distância pré-espiracular	6	8,4-16.6	28,3	1,6
Dentes maxila superior	6	40-65	52	9,1
Dentes maxila inferior	6	42-60	52	7,8
Largura maxila superior	6	2.2-4.9	8,0	0,5
Largura maxila inferior	6	2.2-4.4	7,8	0,2

2.3.1.6- *Potamotrygon* sp1 (Figuras 29 e 30)

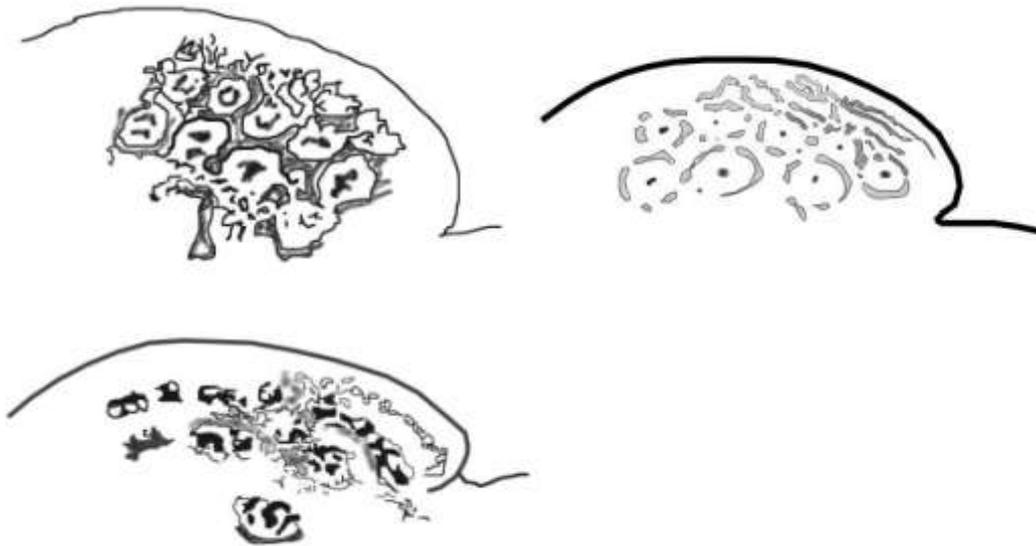


Figura 29- Representação dos padrões dorsais de *Potamotrygon* sp1 coletadas na Reserva Biológica do Parazinho.



Figura 30- Exemplos de padrões de colorido dorsal de *Potamotrygon* sp1 coletadas na Reserva Biológica do Parazinho. Espécimes com Ld= 28,3; 32,4 e 28,9 cm respectivamente.

Espécie do baixo Amazonas, em processo de descrição. Padrão de coloração amplamente variável; superfície dorsal marrom claro ou acinzentada, geralmente com uma malha de faixa de cor violeta, que delimita figuras irregulares, ocasionalmente de forma ocelada.

Foram coletados 41 espécimes de *Potamotrygon* sp1. Os dados morfométricos e merísticos tomados estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13- Dados morfométricos (cm) e merísticos dos espécimes capturados de *Potamotrygon* sp1 na Reserva Biológica do Parazinho, apresentando o número de espécimes analisados (n), a amplitude (máximo e mínimo) de cada medida, a média das proporções das medidas com a largura do disco (%Ld) e o desvio padrão dos dados analisados

Medidas	n	Amplitude (cm)	Média (% Ld)	Desvio padrão
Largura do disco (Ld) (100%)	41	10.8-55,1	29.0859	11.20413
Comprimento total	40	20.5-100.2	177.0922	14.55157
Comprimento do disco	41	11.4-59.9	107.5043	3.071978
Largura interna do disco	41	9,6-54,5	93.03309	4.074343
Distância boca-cloaca	41	6.4-35.4	66.13359	4.818544
Distância cloaca-espinho	39	4.5-24.1	45.15981	3.204358
Comprimento da cauda	40	7.3-44,1	83.19486	13.70098
Largura da base da cauda	41	0.9-6,4	10.18443	1.362424
Largura da cauda na inserção do espinho	39	0.5-11,6	6.234317	10.28189
Altura da cauda na base	40	0.6-4.1	6.503648	0.517858
Largura da nadadeira pélvica	41	2.8-15.4	28.4855	2.158783
Comprimento da nadadeira pélvica	41	2-11,1	21.58355	2.058412
Comprimento do Cláspes	20	1.0-11.7	24.92439	7.925504
Comprimento do espinho	36	2.3-10.9	22.09824	5.90864
Distância pré-anal	41	8.9-49.4	88.232	4.418535
Distância pré-oral	41	2.5-13.3	23.45173	1.079429
Distância pré-narial	41	1.8-9.1	16.7352	0.911101
Largura da boca	41	1.0-7.5	11.05887	2.000406
Distância internarial	41	0.8-4,2	8.054256	0.619655
Comprimento do olho	41	0.7-2.0	4.661151	0.909279
Comprimento do espiráculo	41	1-5,1	8.230646	1.036713
Distância interorbital	41	1.1-6.2	10.4534	0.881297
Distância interespiracular	41	2.2-13.0	20.835	1.307246
Distância pré ocular	41	2,9-16,4	26.64068	1.310421
Altura da membrana caudal	36	0.1-0.4	0.873747	0.324899
Distância entra a 1° e a 5° abertura branquial	41	1.6-8.5	14.78468	0.895688
Distância entre as primeiras aberturas branquiais	41	2.8-15.6	26.51519	1.396702
Boca-escápula	41	3.5-19,2	33.44102	2.228274
Distância interocular	41	2.5-11,4	19.43874	1.369112
Comprimento da narina	41	0.6-3.5	6.537751	0.566365
Abertura do espiráculo	41	1.1-4.9	8.678848	1.054423
Distância entre as 5°s aberturas branquiais	41	2.1-11.5	19.29971	1.316608
Distância pré-espiracular	41	3,1-18,1	29.7534	1.376768
Dentes maxila superior	41	22-45	31.97561	6.234933

Dentes maxila inferior	41	23-44	31.34146	5.218284
Largura maxila superior	41	0,9-6.9	9.891594	1.369877
Largura maxila inferior	41	0.9-6.1	9.382814	1.232461

2.3.1.7- *Potamotrygon* sp. (Figura 31 e 32)



Figura 31- Representação dos padrões dorsais de *Potamotrygon* sp coletadas na Reserva Biológica do Parazinho.



Figura 32- Padrões de colorido dorsal de *Potamotrygon* sp coletadas na Reserva Biológica do Parazinho. Espécimes com Ld= 30,8 e 27,3 cm respectivamente.

Espécimes que não tiveram suas identificações definidas. Foram consideradas como o mesmo táxon, mas não foram inseridas nas análises gerais.

Foram coletados 2 espécimes de *Potamotrygon* sp. Os dados morfométricos e merísticos tomados estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14- Dados morfométricos (cm) e merísticos dos espécimes capturados de *Potamotrygon* sp na Reserva Biológica do Parazinho, apresentando o número de espécimes analisados (n) e a amplitude (máximo e mínimo) de cada medida

Medidas	n	Amplitude (cm)
Largura do disco	2	31.2-33.8
Comprimento total	2	60.0-61.1
Comprimento do disco	2	27.3-30.8
Largura interna do disco	2	27.3-30.8
Distância boca-cloaca	2	19.9-21.8
Distância cloaca-espinho	2	15.8-16.1
Comprimento da cauda	2	30.2-31.0
Largura da base da cauda	2	3.4-3.5
Largura da cauda na inserção do espinho	2	1.3-1.6
Altura da cauda na base	2	1.9-2.1
Largura da nadadeira pélvica	2	8.0-8.1
Comprimento da nadadeira pélvica	2	6.8-7.7
Comprimento do Cláspes	1	8.3
Comprimento do espinho	2	7.0-7.1
Distância pré-anal	2	25.5-28.3
Distância pré-oral	2	5.6-6.3
Distância pré-narial	2	3.9-4.6
Largura da boca	2	2.7-3.2
Distância internarial	2	2.1-2.2
Comprimento do olho	2	1.3-1.5
Comprimento do espiráculo	2	2.8-3.5
Distância interorbital	2	2.2-2.3
Distância interespiracular	2	5.0-5.4
Distância pré ocular	2	7.0-7.6
Altura da membrana caudal	2	0.2-0.3
Distância entre a 1° e a 5° abertura branquial	2	5.2-5.4
Distância entre as primeiras aberturas branquiais	2	7.4-8.0
Boca-escápula	2	10.4-10.8
Distância interocular	2	4.5-5.3
Comprimento da narina	2	2.0-2.1
Abertura do espiráculo	2	2.4-2.7
Distância entre as 5°s aberturas branquiais	2	5.5-5.7
Distância pré-espiracular	2	7.7-8.1
Dentes maxila superior	2	36-47
Dentes maxila inferior	2	36-45
Largura maxila superior	2	2
Largura maxila inferior	2	1.9-2.0

2.3.2- Análise morfométrica

A partir das medidas tomadas das espécies mais representativas neste trabalho (*Potamotrygon* cf. *dumerilii*, *P. motoro*, *P. orbignyi*, *P. scobina* e *P. sp1*) foi realizada uma análise discriminante com a proporção da largura do

disco e dados morfométricos (Figura 33) a fim de verificar a possibilidade de diferenciação das espécies através de suas características anatômicas. Algumas medidas apresentadas nas tabelas das espécies não foram usadas, como Comprimento total, Comprimento da cauda e Altura da membrana caudal devido à porção distal da cauda não estar, por muitas vezes, completa e preservada; Comprimento do espinho, pois como o espinho está em constante troca, ele pode ser encontrado em tamanhos diversos independente do tamanho ou idade do indivíduo e Comprimento do Cláspere, uma vez que as fêmeas não o apresentam.

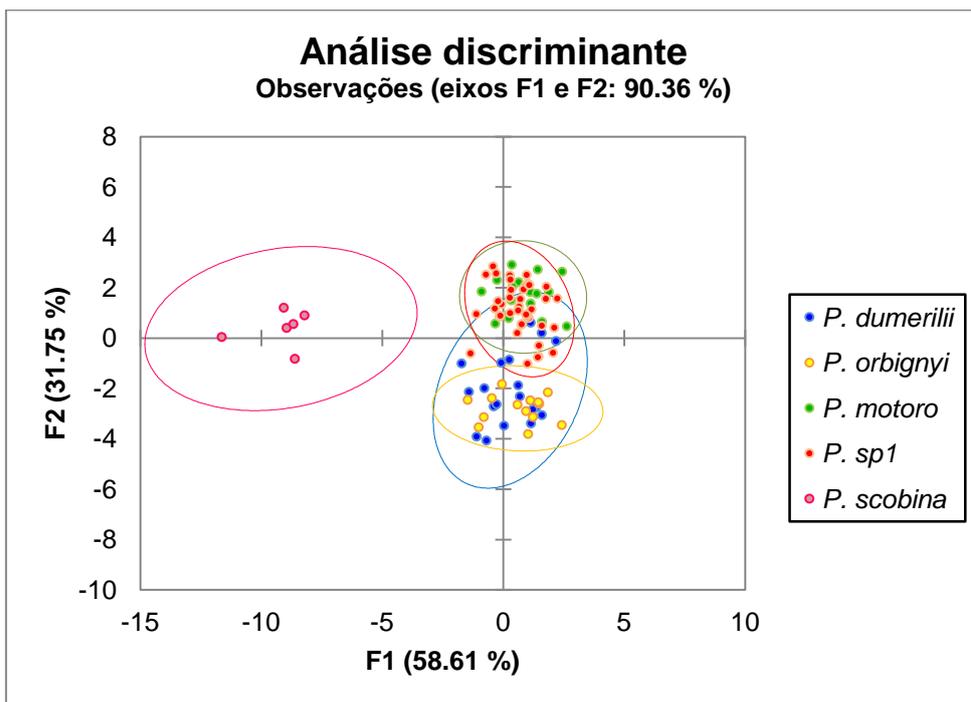


Figura 33- Análise discriminante entre as principais espécies de raias coletadas na Reserva Biológica do Parazinho e a proporção de suas medidas em relação à largura do disco.

A partir da reclassificação dos indivíduos feita apenas pelas suas medidas, não levando em consideração a sua pré-classificação com base nos seus padrões de colorido, foi gerada uma matriz de confusão (Tabela 15) para

testar a eficiência da classificação com base nas medidas.

Tabela 15- Matriz de confusão dos dados morfométricos (% largura do disco) das espécies analisadas

de \ a	<i>P. cf. dumerilii</i>	<i>P. motoro</i>	<i>P. obignyi</i>	<i>P. scobina</i>	<i>P. sp1</i>	Total	% correto
<i>P. cf. dumerilii</i>	15	0	1	0	3	19	78.95%
<i>P. motoro</i>	0	15	0	0	4	19	78.95%
<i>P. obignyi</i>	2	0	12	0	0	14	85.71%
<i>P. scobina</i>	0	0	0	6	0	6	100.00%
<i>P. sp1</i>	1	5	1	0	32	39	82.05%
Total	18	20	14	6	39	97	82.47%

2.4- DISCUSSÃO

O tamanho máximo (largura de disco) registrado para *Potamotrygon orbignyi* é de 46,7cm para um exemplar coletado no rio Tocantins (Rincón, 2006). Na REBIO do Parazinho foi encontrado tamanho máximo para essa espécie de 31,1cm.

Potamotrygon scobina é uma espécie relativamente mais longa que as demais, apresentando a cauda proporcionalmente mais comprida. O comprimento de seu disco mantém proporções próximas das demais espécies. Almeida (2003) registrou largura máxima de disco para essa espécie de 70 cm na Baía de Marajó (Pará). No presente estudo, o maior espécime capturado apresentava largura de disco igual a 55 cm.

A análise discriminante revelou diferenças dimensionais entre as espécies, ainda que as mesmas, na maioria dos casos não alcançassem níveis significativos. Ainda assim, algumas medidas foram responsáveis pelo agrupamento de espécies observado na Figura 33, mesmo que de forma pouco consistente.

Potamotrygon scobina foi a única espécie que pôde ser totalmente diferenciada das demais em função de suas proporções corporais (Figura 33 e Tabela 15). Essa espécie apresentou a maior quantidade de medidas diferentes das outras, como a distância entre a boca e a escápula muito menor, distância interocular menor, largura da narina menor e comprimento do disco menor. *P. scobina* também apresentou olhos pequenos e cauda maior. Apesar de o Comprimento total e o Comprimento da cauda não terem sido inseridos na Análise Discriminante, algumas medidas relativas à sua cauda refletiram essa diferença, que foram sempre maiores que as das outras espécies, como a Distância entre a cloaca e o espinho, Largura da base da cauda e Altura da base da cauda. Essa diferença no tamanho da cauda é facilmente visível nos espécimes, que apresentam um comportamento mais agressivo que as demais, chicoteando a cauda com mais vigor e frequência que as outras espécies. Além disso, a cauda dessa espécie também apresenta um maior número de espinhos (tubérculos), muito grandes, muito característico e diferente das demais espécies.

Potamotrygon cf. dumerilii apresentou largura de disco máxima de 40,4 cm, superando o valor de 30,7 cm indicado por Rosa (1985) para esse parâmetro. A única diferença conspícua de *P. cf. dumerilii* foi apresentar o tamanho do clássper menor que as demais espécies, compartilhando esse caráter com *P. orbignyi*. Pela Figura 33 pode-se observar que os espécimes de *P. orbignyi* e *P. cf. dumerilii* encontram-se, em sua totalidade, na mesma elipse. Isso é um forte indício de que a separação feita entre essas duas espécies deva ser feita apenas pelo padrão de colorido dorsal, embora ainda possa ser inconsistente. A diferenciação dessas espécies pode ser

prejudicada, pois o holótipo de *P. dumerilii* encontra-se em mau estado de conservação (Rosa 1985, Silva 2009).

Potamotrygon orbignyi apresentou largura de disco máxima de 31,1 cm. Silva (2009) analisou espécimes dessa espécie com Largura de disco até 61,0 cm e Rosa (1985) com 25,8 cm.

Potamotrygon orbignyi, como em *P. cf. dumerilii*, mostrou cláspes menores comparados aos das outras espécies. Sua boca é pequena, mas com o tamanho ainda próximo de *P. cf. dumerilii* e de *P. scobina*. Apresentou também juntamente com *P. scobina* os menores espaços interorbitais. A única característica exclusiva encontrada para esta espécie foi a presença de sulco labial, no entanto, Almeida (2003) encontrou sulcos labiais em *P. scobina*, porém de formato diferente. No presente trabalho, os sulcos labiais apenas foram encontrados em *P. orbignyi*, sendo a característica que, juntamente com o padrão de coloração separou esta espécie de *P. cf. dumerilii*.

A identificação de *Potamotrygon motoro* através de sua coloração não gera muita dúvida. Silva et al. (2007), para a bacia do rio Paraná, encontrou indivíduos com largura de disco máxima de 35,5 cm e Rosa (1985) analisou espécimes com, no máximo, 60 cm. No presente estudo, o maior indivíduo analisado apresentou largura de disco de 45,5 cm.

Potamotrygon motoro apresentou a menor distância entre a boca e a cloaca dentre todas as espécies e juntamente com *P. sp1* apresentou as maiores dimensões de boca. Essas duas espécies apresentaram características muito semelhantes entre si, que pode ser evidenciado pela Figura 33.

Potamotrygon sp1 constitui uma espécie em processo de descrição,

descoberta no arquipélago de Marajó (Pará). Sua coloração é muito variada, no entanto, observando o holótipo proposto para a descrição desta espécie, pode-se observar que ele apresenta em seu dorso todos os padrões de coloração também observados no presente trabalho (Figuras 29 e 30).

Potamotrygon sp1 apresentou o maior comprimento de disco e juntamente com *P. motoro*, os maiores tamanhos de boca dentre as espécies analisadas.

Potamotrygon constellata difere das outras espécies pela maior distância entre a boca e a cloaca. As medidas relativas à cauda também tiveram valores proporcionalmente mais altos que as outras espécies, como em *P. scobina*, no entanto esses dados foram obtidos através da análise de um único espécime. A sua distância pré-ocular foi menor, indicando que o posicionamento de seus olhos é mais anterior que nas outras espécies.

Apesar de machos tenderem a apresentar discos menores em largura que as fêmeas, como observado por Charvet-Almeida et al. (2005) uma análise discriminante envolvendo as espécies com separação de sexo não apontou diferença entre machos e fêmeas de cada espécie, sugerindo que o dimorfismo sexual seja restrito à ausência ou presença de cláspers.

Capítulo 3- Estrutura e distribuição da taxocenose de raias na REBIO do Parazinho

3.1- INTRODUÇÃO

Estudos populacionais são importantes para a conservação, para tanto é necessário conhecer a distribuição espacial da espécie. Isto significa que dentro de certos limites geográficos, os indivíduos ocupam habitats com características adequadas e sua abundância depende diretamente da disponibilidade de recursos e presença de predadores (Costa 2010). Sendo assim, é necessário conhecer como a população local é formada para compreender a ocupação da espécie em um determinado local (Ricklefs 1996).

O conhecimento sobre a estrutura populacional de peixes de importância econômica ou não de áreas legalmente protegidas constitui-se em importante instrumento para auxiliar na gestão adequada desses recursos naturais.

Aspectos populacionais, como por exemplo, a estrutura e densidade populacional, são informações importantes e servem de base para o monitoramento do comportamento desta população em momentos subsequentes (Aguiar 2005).

A relação peso-comprimento é uma maneira fácil e rápida de descrever o crescimento, sem levar em conta a idade do peixe. Tem sido usada para converter comprimento em peso, conhecendo-se o comprimento, ou vice-versa (Nomura 1962). Esta relação constitui uma das etapas para o estudo do fator de condição (Braga & Gomiero 1997), que é uma ferramenta importante e

eficiente para evidenciar mudanças na condição dos peixes ao longo do ano, podendo ser usado para indicar o período reprodutivo, períodos de alterações alimentares e de acúmulo de gordura (Gomiero & Braga 2003) assim como mudanças sazonais nas condições do ambiente (Braga et al. 1985).

A relação peso-comprimento é então fundamental para o estudo do ciclo de vida, e frequentemente utilizada em comparações morfométricas entre populações (Bolger e Conolly 1989).

Assim, esse trabalho pretende entender de que forma as populações de *Potamotrygon* estão estabelecidas na REBIO do Parazinho, visando fornecer informações para planejamento gestão dos estoques pesqueiros da região do entorno.

3.2- METODOLOGIA

As raias utilizadas foram amostradas conforme a metodologia de coleta descrita no capítulo anterior (Capítulo 2).

Para testar a possível preferência de cada espécie pelos pontos amostrados ao longo da ilha foi utilizado o Teste Exato de Fisher (Programa R versão 3.0.0) considerando os espécimes capturados apenas através dos espinhéis e eliminando as recapturas. O mesmo teste foi utilizado para testar a capturabilidade das raias em relação ao sexo e ao período do dia, considerando-se o período diurno aquele entre 6:00 AM e 18:00 PM e o restante correspondente ao período noturno.

A relação peso-comprimento foi adaptada para seu uso em raias devido ao formato peculiar de seu corpo, onde a medida de comprimento mais

representativa é a largura de disco. Essa relação foi estimada para machos e fêmeas de cada espécie, utilizando-se então a expressão $P = \alpha \cdot L^b$, em que P é o peso total, L é o comprimento do disco, α o intercepto ou fator de condição e b o coeficiente angular da curva potencial ou coeficiente de alometria, (Le Cren 1951). O coeficiente de determinação (r^2) foi calculado para expressar a proporção de variação total da variável peso (dependente) que é explicada pela variação do comprimento (variável independente). Os parâmetros a e b foram calculados, após a transformação logarítmica dos dados de peso e comprimento total e subsequente ajuste de uma linha reta aos pontos, pelo método dos mínimos quadrados (Vanzolini 1993). De posse das equações, os coeficientes b foram comparados com outras curvas teóricas já publicadas e o crescimento em peso foi avaliado pelo grau de alometria como: isométrico ($b=3$), alométrico positivo ($b>3$) ou alométrico negativo ($b<3$). Assim, quando b é igual a 3, a espécie pode ter um crescimento isométrico, ou seja, o peso aumenta proporcionalmente com o comprimento. No entanto, quando b é menor que 3 o crescimento é alométrico negativo, ou seja, o incremento maior se dá no peso, e quando b é maior que 3 o crescimento é alométrico positivo, com o incremento em comprimento mais acentuado que o peso. Le Cren (1951) afirma que os valores de b para peixes podem variar entre 2,5 e 4, mas geralmente encontram-se em torno de 3 (crescimento isométrico).

3.3- RESULTADOS

A distribuição em sexo dos indivíduos capturados para todas as

espécies ao longo das coletas realizadas encontra-se representada na Tabela 16.

A distribuição das raias com relação ao sexo nas coletas realizadas não apresentou diferença significativa ($p > 0.05$) pelo Teste Exato de Fisher, mostrando que ao longo de todas as coletas não houve diferença entre a ocorrência de machos e fêmeas, sendo a distribuição das raias por sexo, homogênea.

Como foram observadas diferenças ambientais entre os locais amostrados (Capítulo 1, Figura 12), possivelmente seria observada alguma preferência das espécies por determinados ambientes ao longo da ilha. Entretanto, quando analisadas as ocorrências das raias capturadas pelos espinhéis nos diferentes pontos amostrais pelo teste exato de Fisher, concluiu-se que a distribuição das espécies de raias foi homogênea, com exceção de *Potamotrygon* sp1, que apresentou distribuição heterogênea (Tabela 17).

A heterogeneidade na distribuição da *Potamotrygon* sp1, segundo o Teste Exato de Fisher, foi devido à alta capturabilidade da espécie no ponto 1. O grande número de indivíduos coletados nesse ponto pode ser observado mais adiante na Figura 87.

Tabela 16- Distribuição em sexo dos espécimes amostrados ao longo das coletas na REBIO do Parazinho

Estrutura/ espécies		<i>P. cf. dumerilii</i>	<i>P. motoro</i>	<i>P. orbigny</i>	<i>P. scobina</i>	<i>P. constellata</i>	<i>P. sp1</i>	<i>P. sp.</i>	<i>Paratygon aiereba</i>	Total
Coleta 1	Indivíduos	3	4	2	2		6			17
	Machos (%)		75		50		33.3			
	Fêmeas (%)	100	25	100	50		66.7			
Coleta 2	Indivíduos		5				13	2		20
	Machos (%)		20				53.8	50		
	Fêmeas (%)		80				46.2	50		
Coleta 3	Indivíduos	2	16	1	1	7	10			37
	Machos (%)	50	68.7			28.6	70			
	Fêmeas (%)	50	31.3	100	100	71.4	30			
Coleta 4	Indivíduos	1	3				8	1	1	14
	Machos (%)		100				62.5		100	
	Fêmeas (%)	100					37.5	100		
Coleta 5	Indivíduos	3	3		2	2	5			15
	Machos (%)	33.3	66.6				40			
	Fêmeas (%)	66.6	33.3		100	100	60			
Coleta 6	Indivíduos	6	5	1	1	1	3	1		18
	Machos (%)	83.3	60	100	100	100	66.6			
	Fêmeas (%)	16.7	40				33.3	100		
Coleta 7	Indivíduos	5	4	5	1	1	6			22
	Machos (%)	20	75	60		100	16.7			
	Fêmeas (%)	80	25	40	100		83.3			
Coleta 8	Indivíduos	2	4	1		2	11			20
	Machos (%)		75	100			81.8			
	Fêmeas (%)	100	25			100	18.2			
Coleta 9	Indivíduos	5	1		1		6			13
	Machos (%)						66.7			
	Fêmeas (%)	100	100		100		33.3			
Coleta 10	Indivíduos	1	1	1	1		5			9
	Machos (%)	100	100				60			
	Fêmeas (%)			100	100		40			
Coleta 11	Indivíduos	4	4		1		3			12
	Machos (%)	75	66.7				33.3			
	Fêmeas (%)	25	33.3		100		66.7			
Coleta 12	Indivíduos	1	5	7	1		12			26
	Machos (%)	100	60	28.6			50			
	Fêmeas (%)		40	71.4	100		50			

Tabela 17- Valores calculados para o Teste Exato de Fisher para a distribuição das espécies de raias ao longo dos pontos amostrais (ns= não significativo) na REBIO do Parazinho

Espécie	Fisher (p=)	Conclusão
<i>Potamotrygon cf. dumerilii</i>	0,080	Ns
<i>Potamotrygon motoro</i>	0,441	Ns
<i>Potamotrygon orbignyi</i>	1	Ns
<i>Potamotrygon sp1</i>	0,043	Significativo
<i>Potamotrygon scobina</i>	0,394	Ns
<i>Potamotrygon constellata</i>	1	Ns
<i>Potamotrygon sp.</i>	0,771	Ns
<i>Paratrygon aiereba</i>	1	Ns

3.3.1- Relação peso/largura do disco das espécies

Os coeficientes de alometria (b) calculados para machos e fêmeas das espécies analisadas estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18- Valores calculados dos coeficientes de alometria para machos e fêmeas das espécies analisadas e respectiva interpretação dos resultados das espécies de raias na REBIO do Parazinho

Espécies	Coeficiente de alometria (b)			
	Fêmeas	Tipo de crescimento	Machos	Tipo de crescimento
<i>P. constellata</i>	2.6107	Alométrico negativo	-	
<i>P. cf. dumerilii</i>	3.0044	Isométrico	3.2916	Alométrico positivo
<i>P. motoro</i>	2.7541	Alométrico negativo	2.9054	Alométrico negativo
<i>P. orbignyi</i>	2.7009	Alométrico negativo	3.1043	Alométrico positivo
<i>P. scobina</i>	2.8939	Alométrico negativo	-	
<i>P. sp1</i>	2.7802	Alométrico negativo	2.5057	Alométrico negativo

As relações peso/largura do disco calculadas para as espécies entre machos e fêmeas encontram-se representadas nas figuras 34 a 39.

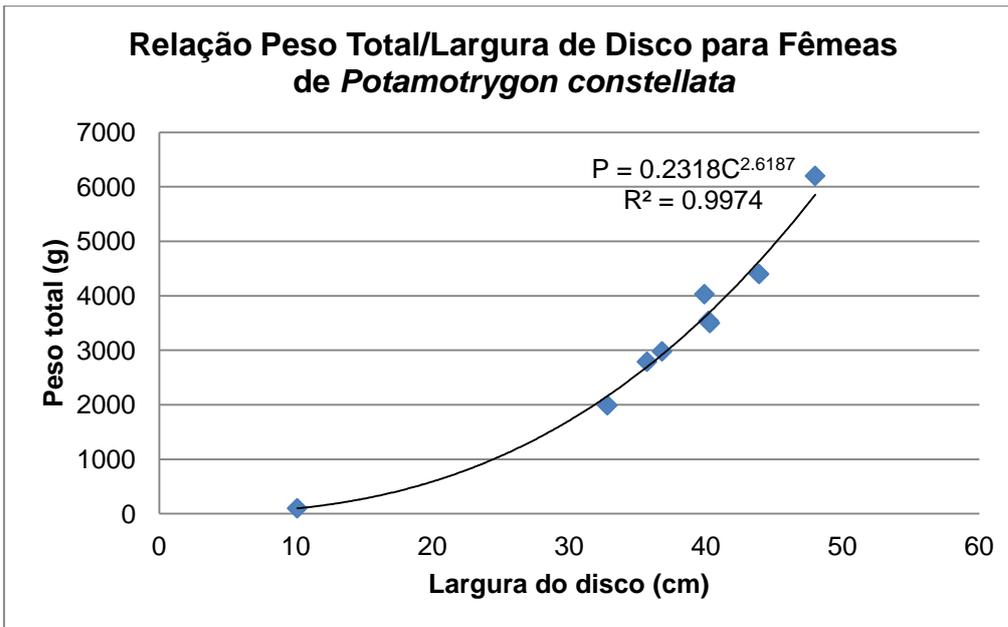


Figura 34- Relação peso total/largura do disco para as fêmeas de *Potamotrygon constellata* com a equação da relação e coeficiente de ajuste dos pontos à linha de tendência (R^2) coletadas na REBIO do Parazinho.

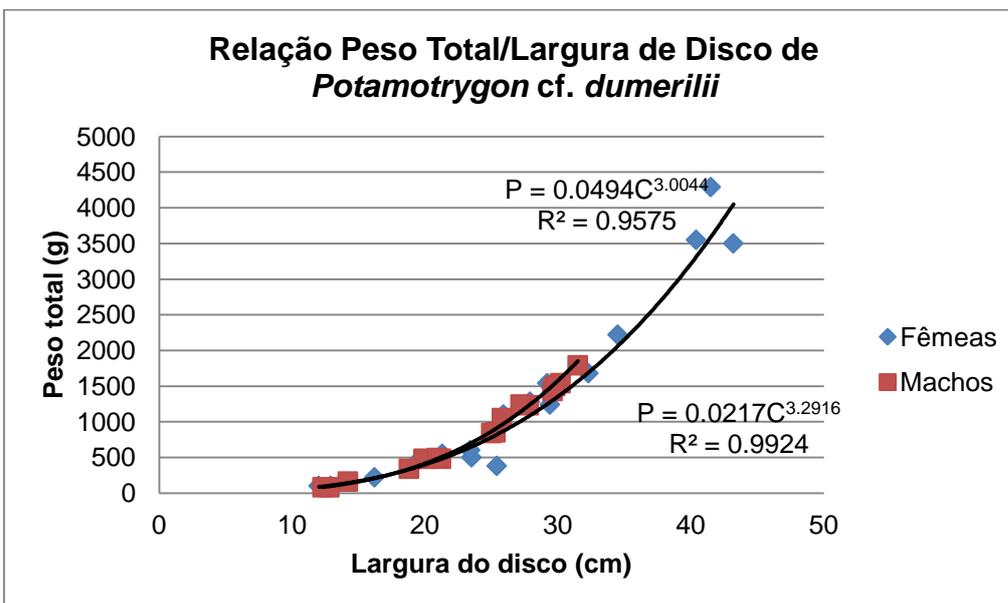


Figura 35- Relação peso total/largura do disco para as fêmeas e machos de *Potamotrygon cf. dumerilii* com as equações das relações e coeficientes de ajuste dos pontos às linhas de tendência (R^2) coletadas na REBIO do Parazinho.

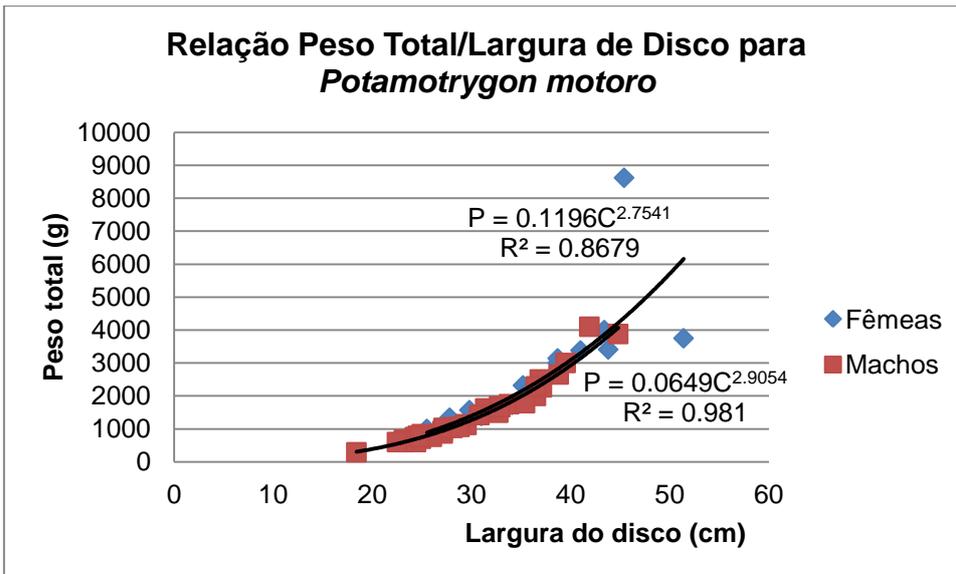


Figura 36- Relação peso total/largura do disco para as fêmeas e machos de *Potamotrygon motoro* com as equações das relações e coeficientes de ajuste dos pontos às linhas de tendência (R^2) coletadas na REBIO do Parazinho.

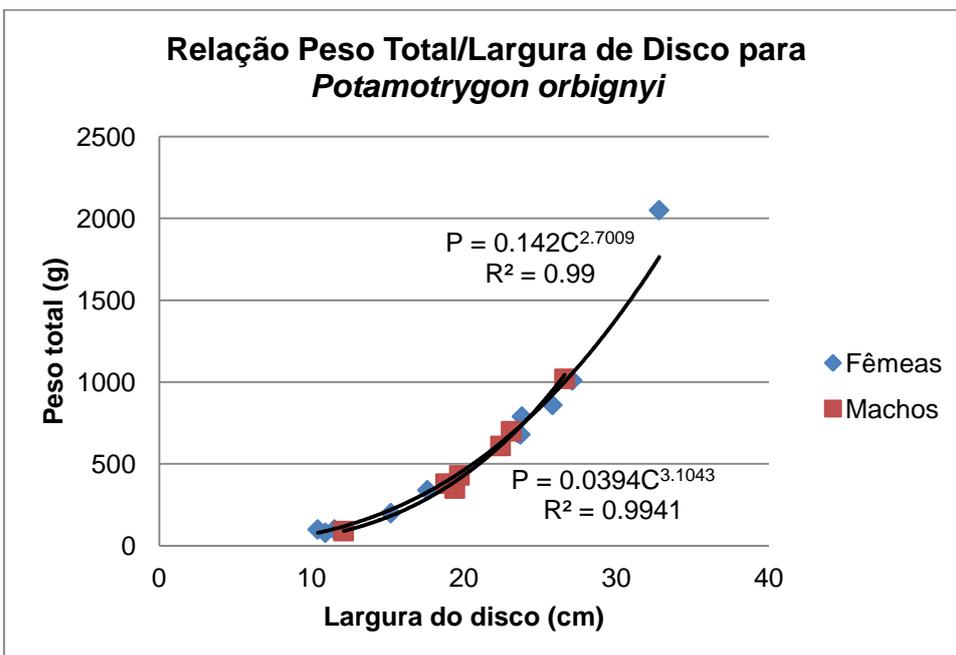


Figura 37- Relação peso total/largura do disco para as fêmeas e machos de *Potamotrygon orbignyi* com as equações das relações e coeficientes de ajuste dos pontos às linhas de tendência (R^2) coletadas na REBIO do Parazinho.

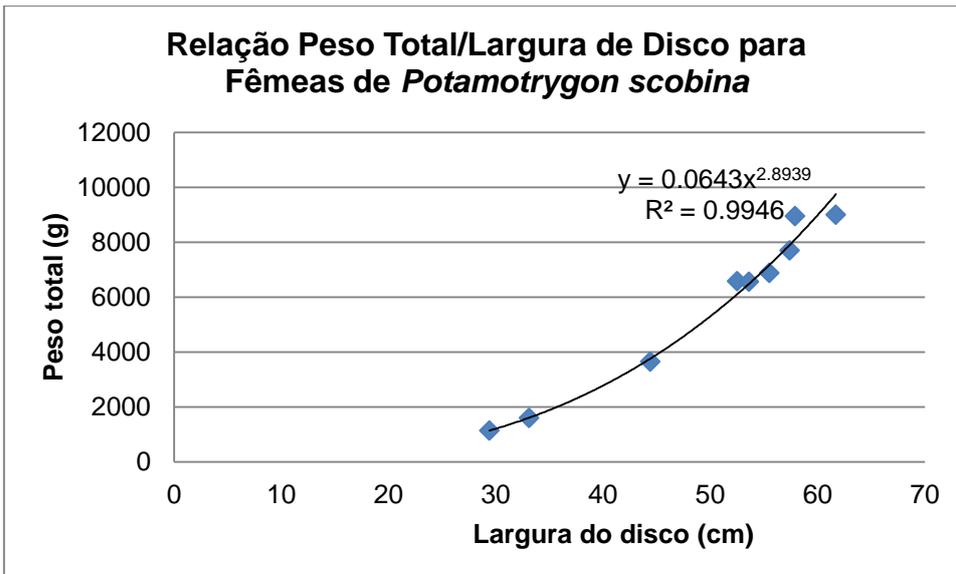


Figura 38- Relação peso total/largura do disco para as fêmeas de *Potamotrygon scobina* com as equações das relações e coeficientes de ajuste dos pontos às linhas de tendência (R^2) coletadas na REBIO do Parazinho.

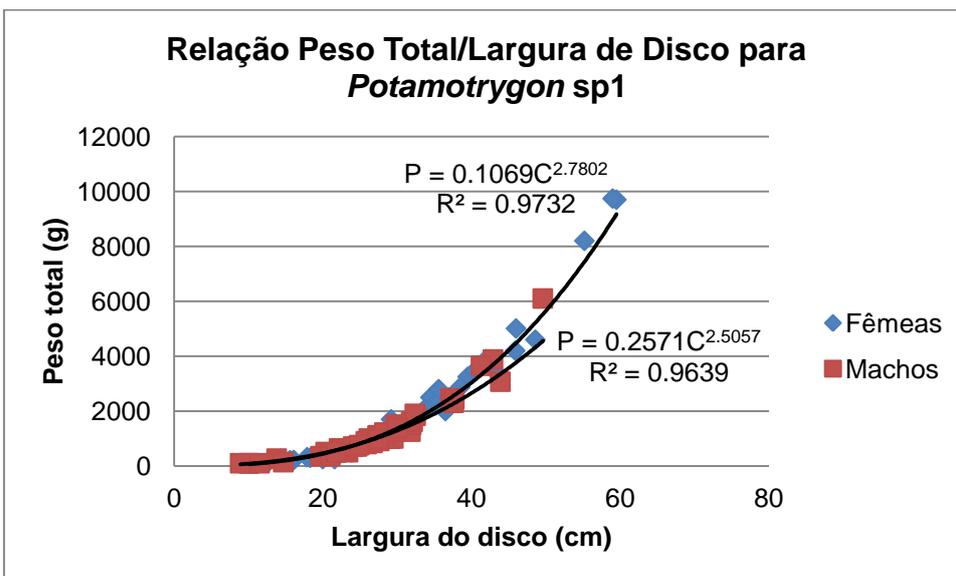


Figura 39- Relação peso total/largura do disco para as fêmeas e machos de *Potamotrygon orbignyi* com as equações das relações e coeficientes de ajuste dos pontos às linhas de tendência (R^2) coletadas na REBIO do Parazinho.

3.4- DISCUSSÃO

Segundo Carrier et al. (2004), é esperado que as raias de água doce, como outros elasmobrânquios, apresentem distribuição e padrão de ocupação de habitat diferenciados entre as espécies e diferenciados entre sexo e idade. Essa diferenciação pode ser devido a vários fatores, como predação, competição, segregação sexual e ontogenética, etc. (Almeida et al. 2009). Segundo Simpfendorfer & Heupel (2004) fatores temporais (curto e longo prazo), espaciais (movimentos migratórios), físicos (níveis específicos de tolerância) e fatores bióticos (reprodução e alimentação) podem atuar de forma isolada ou combinada afetando a distribuição das espécies de elasmobrânquios.

O presente estudo demonstrou que apesar dos ambientes heterogêneos encontrados na área da Reserva, as raias não apresentaram diferenças significativas na sua distribuição quando foram utilizados os dados apenas das capturas dos espinhéis, pois devido a essas diferenças ao longo da ilha, algumas áreas eram mais propícias para a utilização de mais métodos alternativos de captura que outras, fato que certamente interfere na capturabilidade de cada área. Por exemplo, o método de tapagem ou zangaria só foi realizada nas áreas dos espinhéis 1 e 4 e devido às características das áreas que mudavam muito até mesmo entre uma coleta e outra, não foi possível usar esse método em todas as coletas. O mesmo pode ser dito para tarrafa ou zagaia, cuja utilização não era possível nas áreas denominadas Maruins, Guilherme e Espinhel 3, pois o acesso às mesmas só era possível na maré baixa, quando não havia mais água para a utilização destes petrechos.

Então, essa heterogeneidade observada entre os pontos de

amostragem ao longo da ilha não foi determinante para que fossem encontrados diferentes padrões de ocupação das espécies de raias. Exceto para *Potamotrygon* sp1 que apresentou diferença significativa em sua distribuição pelo teste exato de Fisher.

As diferenças ambientais encontradas entre os pontos de coleta não são grandes o suficiente para interferir na distribuição das espécies ao longo da ilha. Duncan & Fernandes (2010) observaram que as diferenças físicoquímicas encontradas em diferentes corpos d'água da Amazônia não limitam sozinhas a distribuição das raias de água doce, e portanto, um fator histórico de estabelecimento das espécies também contribui com as diferenças faunísticas observadas.

Apesar de, em todos os casos onde puderam ser comparadas as estruturas em tamanho de machos e fêmeas entre as espécies, ter sido observado que as fêmeas atingiram maiores larguras de disco, segundo o teste não paramétrico de Kolmogorov Smirnov, a distribuição das classes de tamanho das espécies analisadas foi igual para machos e fêmeas ($\alpha=0,05$), exceto para *Potamotrygon* sp1, que apresentou diferença significativa entre os tamanhos de machos e fêmeas.

Garrone Neto (2010) observou que fêmeas de *Potamotrygon motoro* e de *P. falkneri*, na região do alto rio Paraná, apresentaram maiores tamanhos e pesos que os machos, fato também observado em espécies de potamotrigonídeos amazônicos (Lasso et al. 1997, Charvet-Almeida et al. 2005, Rincón 2006, Moro 2010). Essa característica provavelmente ocorre pelas fêmeas necessitarem de maior espaço na cavidade abdominal para a reserva de energia e acondicionamento dos filhotes, além destas possuírem fígados

mais volumosos e aparelho reprodutor maior que o dos machos (Holden 1974 apud Charvet-Almeida et al. 2005).

Outros trabalhos realizados com potamotrigonídeos também observaram que as fêmeas apresentam maiores larguras de disco (Lasso et al. 1996; Araújo 1998; Almeida 2003, 2008; Charvet-Almeida 2001, 2006; Charvet-Almeida et al. 2005).

No presente trabalho não foi encontrado um padrão de crescimento próprio para machos e fêmeas para os potamotrigonídeos estudados. Em algumas espécies as fêmeas apresentavam coeficiente de crescimento alométrico (b) maior que os machos (*Potamotrygon* sp1.) e em outras espécies acontecia o inverso (*P. orbignyi*, *P. motoro* e *P. cf. dumerilii*), porém, essas diferenças foram pequenas e não significativas segundo o teste de qui quadrado ($\alpha=0,05$).

Rodriguez-Guerra et al. (2007) encontraram que as fêmeas de *Potamotrygon* sp. no delta do Orinoco (Venezuela) apresentavam taxa de crescimento menor que os machos, tendo ambos crescimento alométrico positivo, com valores de $b > 4$.

Apesar dessas pequenas diferenças, os valores esperados de “ b ” para um “peixe ideal” deve ficar entre 2 e 4 (Le Cren 1951), se aproximando de 3, como foi encontrado para todas as espécies em questão. Porém, como o peso e o comprimento dos peixes são parâmetros influenciados principalmente pela disponibilidade de alimentos, período reprodutivo e fatores abióticos característicos de cada ambiente, estes podem então afetar os valores estimados da relação peso-comprimento, causando a grande variação nos

valores do coeficiente de regressão (b) relatados para diferentes espécies (Oscoz et al. 2005).

Dentre os espécimes coletados na Reserva do Parazinho, as fêmeas apresentaram crescimento alométrico negativo (Tabela 18), com exceção das fêmeas de *Potamotrygon cf. dumerilii* que mostrou um padrão de crescimento do tipo isométrico característico de peixes que mantêm suas proporções corporais ao longo do seu processo de crescimento.

Os machos apresentaram padrões de crescimento alométrico positivo (Tabela 18) (*Potamotrygon cf. dumerilii* e *P. orbignyi*) ou negativo (*P. motoro* e *P. sp1*). Apesar dessas diferenças, com exceção de *P. sp1*, os machos das demais espécies apresentaram valores do coeficiente de alometria maiores que os observados para as fêmeas, mostrando que as fêmeas investem mais no ganho de peso que os machos, provavelmente por apresentarem incremento de peso durante a fase gestacional.

Os valores do coeficiente de crescimento alométrico, quando analisados quanto aos períodos distintos do ciclo hidrológico pode indicar épocas reprodutivas devido ao aumento de atividades alimentares para ganho de reservas. No entanto, para as espécies encontradas, apenas uma espécie foi constante em todas as amostragens, entretanto, com números de espécimes muito baixos para permitir uma análise mais precisa.

Capítulo 4- Alimentação das raias da REBIO do Parazinho

4.1- INTRODUÇÃO

O estudo sobre a dieta e hábitos alimentares de peixes baseados no conteúdo estomacal é uma prática padrão na comunidade científica atual (Cortés 1997). No entanto, percebe-se que a grande maioria dos estudos sobre alimentação de elasmobrânquios apenas descreve o conteúdo estomacal de certa espécie em um local em particular (Wetherbee & Cortés 2004).

Poucos estudos têm sido realizados para examinar as dietas e hábitos alimentares de raias. Achenbach & Achenbach (1976) conduziram as primeiras observações relacionadas aos hábitos alimentares de raias de água doce no rio Paraná. Esses autores relataram mudanças ontogenéticas em termos de presas consumidas, onde indivíduos jovens se alimentam de pequenos moluscos, crustáceos e larvas de insetos, enquanto os adultos se alimentam de peixes e caranguejos.

Elasmobrânquios ocorrem em todos os ecossistemas aquáticos e são predadores dominantes das comunidades onde eles vivem (Camhi et al. 1998, Wetherbee & Cortés 2004) e desempenham um papel importante na transferência de energia entre os níveis tróficos superiores (Wetherbee & Cortés 2004).

Na literatura disponível, há um consenso de que os elasmobrânquios constituem espécies carnívoras e com um limitado espectro de presas quando comparados a peixes teleósteos, os quais também incluem onívoros e

herbívoros (Aguiar & Valentin 2010). Porém dentro do grupo são encontradas espécies com uma considerável variação na dieta, incluindo desde presas planctônicas até baleias e outros elasmobrânquios (Wetherbee & Cortés 2004).

Variações cíclicas no comportamento alimentar de peixes são frequentes e estão ligadas às características de sua história de vida ou às condições ambientais e ecológicas (Lagler et al. 1977). Grande parte dos peixes tropicais são consumidores facultativos, com certa facilidade em incluir novos itens em sua dieta de acordo com a disponibilidade de alimentos no ambiente (Lowe-McConnell 1973). O comportamento alimentar e, conseqüentemente, a dieta, se modificam devido às mudanças morfológicas sofridas pelo indivíduo ao longo de sua vida (Luczkovich et al. 1995). Estudos sobre alimentação de peixes, incluindo dieta e atividade alimentar, fornecem importantes subsídios para o entendimento do funcionamento do ecossistema e dos mecanismos que permitem a coexistência e exploração dos recursos de um mesmo sistema por várias espécies (Goulding 1981).

O objetivo deste capítulo foi conhecer a dieta das espécies de raias encontradas na Reserva do Parazinho, estabelecendo quais os itens preferidos pelo grupo e por cada espécie.

4.2- METODOLOGIA

No segundo ano de coleta, de março de 2012 a janeiro de 2013, as raias capturadas que apresentavam microchips tinham todos seus dados tomados novamente e eram liberadas. As novas capturas passavam pelo

mesmo procedimento de tomada de dados em campo e então eram anestesiadas com Eugenol, sacrificadas e dissecadas para a retirada de seu estômago e gônadas (Figura 40), que eram fixados em formalina 10% neutralizada com carbonato de cálcio. O indivíduo era então fixado em formalina 10%. Após um mínimo de 7 dias as raias eram lavadas com água corrente e transferidas para solução conservadora de álcool 70%.

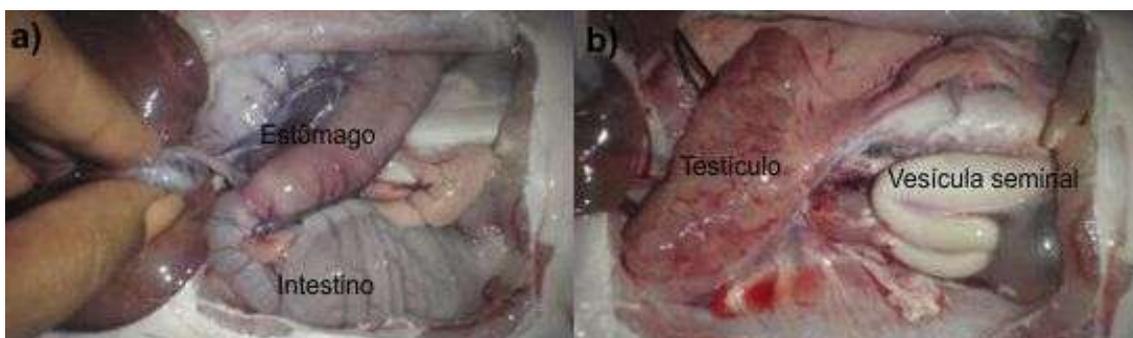


Figura 40- Procedimentos de dissecção utilizados nas raias após sua coleta na REBIO do Parazinho: a) retirada do sistema digestivo e b) retirada do sistema reprodutor.

Os estômagos retirados das raias dissecadas capturadas durante o 2º ano de coleta (março 2012 a janeiro de 2013) e das raias que foram capturadas mortas durante o primeiro ano (março de 2011 a janeiro de 2012) tiveram seu conteúdo estomacal analisado sob estereomicroscópio binocular e o nível de repleção de cada estômago observado (0=vazio; 1= até 25%; 2= de 25% a <50%; 3= de 50% a <75%; 4= \geq 75%)

Para análise do conteúdo estomacal foi utilizado o índice de importância alimentar (IAi) de Kawakami & Vazzoler (1980), conjugando os métodos de frequência de ocorrência e volume dos itens alimentares encontrados. O Índice volumétrico utilizado foi o método de pontos (Hyslop 1981), onde foi observado o volume através de uma base milimetrada e uma

escala de altura também milimetrada. Por esse método, assume-se que cada ponto representa 1mm³ e quantos mm³ cabem dentro do volume de cada item, independente de sua forma.

O cálculo do índice de Importância Alimentar seguiu a seguinte fórmula:

$$IAi = \frac{Fi \times Vi}{\sum Fi \times Vi} \times 100$$

Onde:

Fi = Frequência de ocorrência dos itens

Vi = Volume relativo dos itens, dado por:

$$Vi = \left(\frac{Va}{\sum Va} \right) \times 100$$

Onde:

V_a = Volume acumulado do item

Os dados referentes à dieta dos espécimes foram analisados para definir a dieta de cada espécie durante todo o período de estudo e para definir o consumo da taxocenose em cada coleta.

4.3- RESULTADOS

Foram analisados 95 estômagos de raias coletadas entre março e novembro de 2012, além dos estômagos das raias que se encontraram mortas durante o período de março de 2011 a janeiro de 2012, período onde o objetivo

das capturas das raias não era seu sacrifício. Destes, seis (6%) se encontravam vazios (Figura 41) A maioria dos estômagos analisados apresentavam menos de 50% de ocupação pelo conteúdo (Repleção 0, 1 e 2) (Figura 41). Os estômagos pertenciam às seguintes espécies (Figura 42): *Potamotrygon orbignyi*, *P. motoro*, *P. constellata*, *P. scobina*, *P. cf. dumerilii*, *P. sp.1* e *P. sp.*



Figura 41– Repleção dos estômagos analisados das raias coletadas na REBIO do Parazinho.

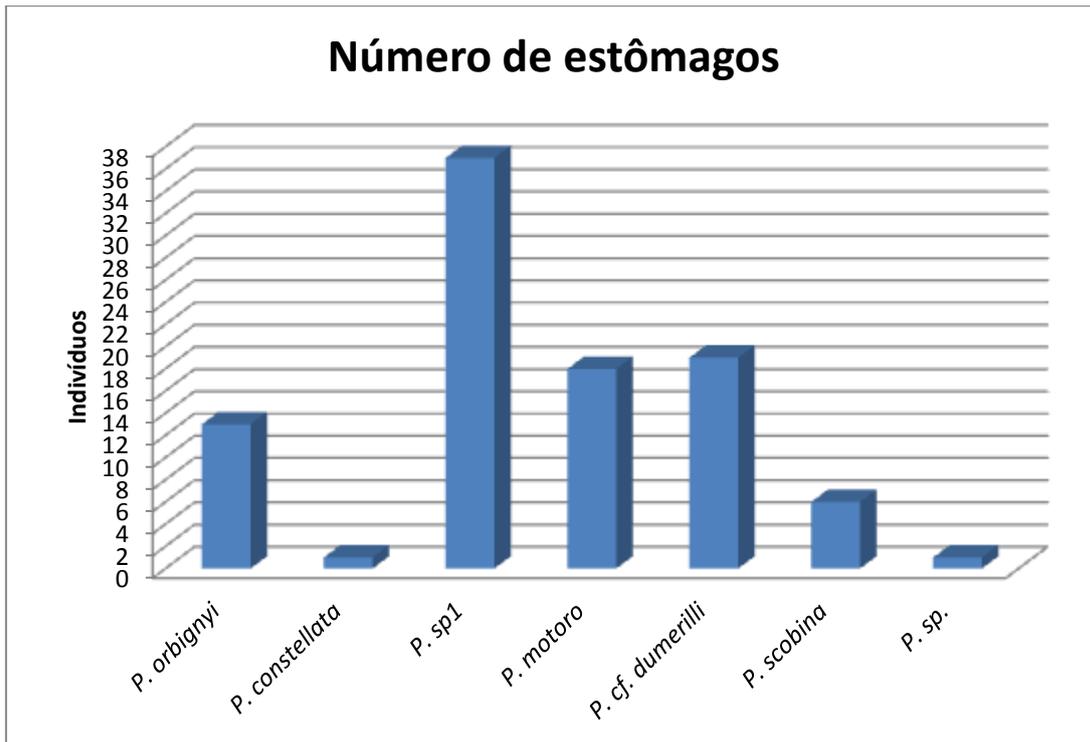


Figura 42- Número de estômagos de raias por espécie analisados durante toda a amostragem na REBIO do Parazinho.

Pelos estômagos analisados foram obtidos todos os itens explorados pelas raias coletadas na REBIO do Parazinho. Os itens mais importantes para a alimentação das raias foram o Camarão (*Macrobrachium amazonicum*), seguido do molusco gastropoda *Pomacea* sp., Caranguejo e peixes. Outros itens, como Grillotalpidae e Annelida também foram importantes para a alimentação das raias, porém seja por alta frequência e baixo volume ou pelo contrário, não apresentaram altos valores de IAI e foram agrupados no item Outros (Figura 43).

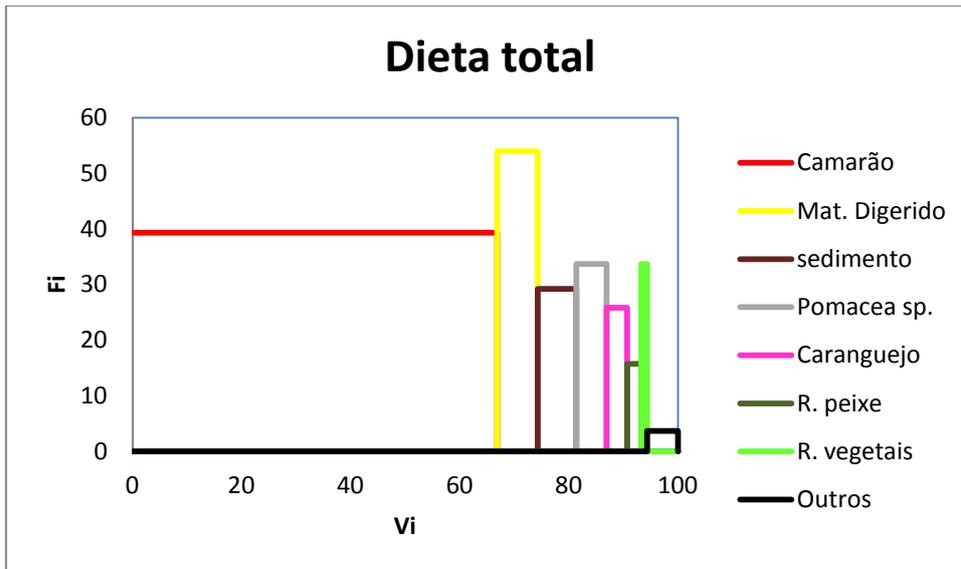


Figura 43– Dieta de todas as raias coletadas na REBIO do Parazinho.

4.3.1- Itens alimentares

Os itens alimentares encontrados na dieta de todas as espécies analisadas estão descritos a seguir:

- Camarão – Crustáceos decápodes do gênero *Macrobrachium amazonicum*;
- Caranguejo – Crustáceos decápodos das espécies *Sesarma* sp. ou *Armases benedicti*, ambos muito abundantes na área de estudo;
- Coleoptera – Indivíduos encontrados inteiros ou identificados através dos élitros;
- Collembola – Pequenos artrópodes ápteros que podem viver no folhíço, no solo, em árvores, em troncos em decomposição, etc;
- Flor – Flores, normalmente muito pequenas encontradas inteiras no conteúdo;

- Gastropode – Molusco gastrópode de porte pequeno, *Aylacostoma* sp.;
- Grillotalpidae – Inseto principalmente encontrado em solos úmidos, onde escavam e formam grandes galerias, alimentando-se de raízes e partes de plantas novas ao nível do solo (Gallo et al. 2002);
- Hymenoptera – F – Formigas de diferentes tipos;
- Inseto NI – Restos de insetos de determinação impossível;
- Isopoda – Crustáceos terrestres conhecidos como tatu-bolinha;
- L. chironomidae – Larva de díptera, da família Chironomidae, que coloniza vários ambientes aquáticos. São organismos bentônicos e alguns gêneros possuem hemoglobina que facilita a absorção do oxigênio dissolvido na água, dispensando a larva de subir à superfície para respirar;
- L. odonata – Larvas de insetos da ordem Odonata. Apesar de os adultos serem alados (libélulas), as larvas são aquáticas e possuem grandes mandíbulas que se projetam para a captura ativa de seu alimento (presas);
- L. Tabanidae – Larvas díptera da família Tabanidae, popularmente conhecidos como mutucas, muito abundantes em alguns pontos da área de estudo;
- Larva de crustáceos – Larvas de crustáceos, provavelmente de camarões;
- Material digerido – Inclui todo tipo de detrito orgânico encontrado, muito fragmentado e em avançado estado de decomposição;
- Minhoca – Anelídeos da classe Oligochaeta que vivem enterrados em solos úmidos;
- Pomacea – Gênero de caracóis aquáticos com brânquias e um opérculo. São gastrópodes aquáticos pertencentes à família Ampullariidae;

- R. Crustáceos – Restos de crustáceos, principalmente pedaços de carapaças de onde não foi possível identificar sua origem;
- R. peixe – Restos de peixes, constituídos por escamas, músculo, vértebras ou outras partes ósseas;
- R. vegetais – Material vegetal de origem diversa, podendo constituir pedaços de folhas (mono ou dicotiledôneas) ou restos de raízes;
- Sedimento – Areia ou lama encontrada misturada ao conteúdo estomacal;

Alguns itens acima descritos não são discriminados graficamente por terem sido encontrados em pequenas quantidades. Em cada análise, os itens menos importantes ($IA_i < 1$) foram agrupados e denominados como Outros.

Os itens Sedimento e Restos Vegetais, apesar de indicados como importantes pelo Índice Alimentar de Importância, não devem ser considerados verdadeiros itens alimentares, pois são ingeridos através do comportamento de forrageio das raias para a obtenção e captura de suas presas. O item Material Digerido foi o item mais constante nos estômagos e, apesar de não poder ser identificada a sua fonte, é importante para mostrar a continuidade na ingestão de alimentos pelas raias.

O número de indivíduos que tiveram seus estômagos analisados em cada coleta encontra-se representado no gráfico da Figura 44.

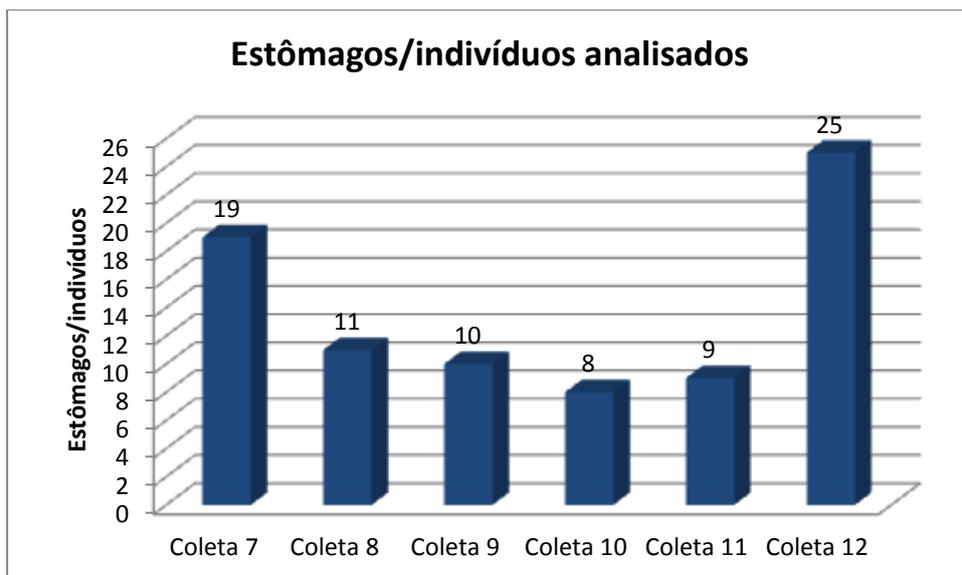


Figura 44– Número de indivíduos/estômagos de raias analisados por coleta realizada na REBIO do Parazinho.

A Figura 45 mostra a diferenciação na dieta das raias ao longo das coletas realizadas. Pode-se observar que o item Camarão (*Macrobrachium amazonicus*) sempre se encontra entre os itens mais importantes na alimentação das raias, no entanto com diferentes valores. Na coleta 8, mais de 70% dos estômagos apresentavam camarões em seu conteúdo, item este que também representou um volume ingerido muito grande, deixando os outros itens consumidos com muito pouca importância dentre os recursos consumidos. Pelo estágio de digestão dos camarões encontrados nos estômagos, pode-se afirmar que no geral eles haviam sido recém-consumidos (Figura 46), o que pode indicar que os indivíduos estão usando a REBIO como área de alimentação para a obtenção desse item.

O grau de consumo de camarões parece estar seguindo a disponibilidade deste item no ambiente, que a cada coleta aumentava ou diminuía consideravelmente conforme sua quantidade observada nos corpos d'água.

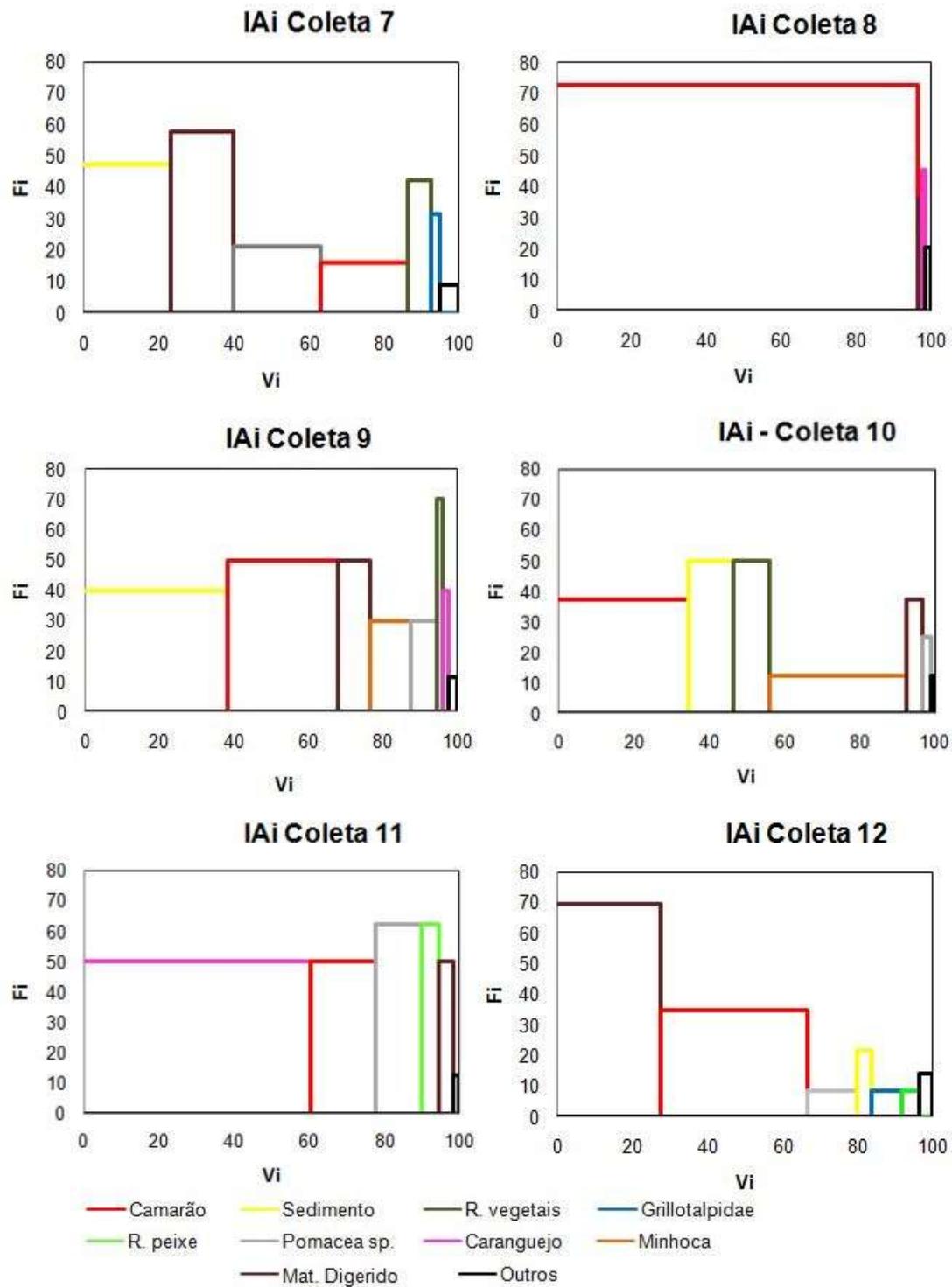


Figura 45– Consumo de itens alimentares por todas as espécies de raias ao longo das coletas realizadas na REBIO do Parazinho.



Figura 46- Conteúdo alimentar retirado do interior do estômago de *Potamotrygon* sp1 (Ld= 41,3 cm) coletada na REBIO do Parazinho

O item *Pomacea* sp. (Figura 47) foi um item classificado como importante em todas as coletas, no entanto, principalmente pela sua frequência de ocorrência nos estômagos, já que o volume registrado não foi grande. Suas conchas não foram observadas, apenas suas partes moles que se retraem após o estresse do animal. Na maioria dos casos, eram encontrados os opérculos dos indivíduos (Figura 48), que não se decompõem pelo ácido digestivo do animal. Isso faz com que mesmo que haja a ingestão ocasional desse item, os vestígios desse comportamento podem perdurar por algum tempo no estômago.



Figura 47- Exemplar de *Pomacea* sp. em seu ambiente natural na REBIO do Parazinho (Foto Richard Monteiro).



Figura 48- Partes moles de *Pomacea* sp. encontradas no conteúdo estomacal de *Potamotrygon* sp1 (Id=59,0cm) coletada na REBIO do Parazinho.

O item Caranguejo foi considerado o mais importante da coleta 11, apesar de ter sido encontrado como item alimentar em todas as outras coletas, porém em pequenas quantidades.

O item Grillotalpidae foi considerado como importante na coleta 7, apesar de ter sido consumido por algumas raias em outras coletas, mas em volume e frequências baixos. Esse item e o item Minhoca mostram o

comportamento escavador das raias. Esses peixes aproveitam o período de maré alta, quando a água invade a floresta para forragearem áreas inacessíveis e acessarem itens normalmente indisponíveis. Os Grillotalpidae e as minhocas vivem enterrados fora do leito dos rios ou canais de maré, só podendo ser capturados durante as ocasiões de grandes cheias do rio.

Essa análise mostra a preferência das raias em geral pelos itens alimentares abundantes na área de estudo. Alguns outros itens também são encontrados na dieta das raias, mas com baixa frequência, o que pode mostrar que se tratam de peixes oportunistas que consumirão recursos que estiverem disponíveis no ambiente.

4.3.2- Dieta por espécie

Os itens alimentares consumidos por cada espécie encontram-se discriminados na Tabela 19, com a indicação dos respectivos Índices de Importância Alimentar (IAi).

Tabela 19- Valores de IAi calculados para cada item encontrado nos estômagos das espécies de raias analisadas

Itens	<i>P. orbigny</i>	<i>P. sp1</i>	<i>P. motoro</i>	<i>P. cf.dumerilii</i>	<i>P. scobina</i>
Crustacea					
Camarão	1.66	54.66	48.91	67.30	74.97
Caranguejo	2.09	2.87	26.04	0.20	2.03
R. crustáceos	-	0.01	-	0.01	0.18
Larva de crustáceo	-	<0.01	-	<0.01	0.25
Isopoda	-	-	-	<0.01	-
Mollusca					
Gastropode	-	0.26	0.01	-	-
<i>Pomacea</i> sp.	1.50	14.59	6.21	0.62	0.42
Insecta					
Collembola	-	-	-	8E-07	-
Grillotalpidae	33.93	0.03	0.15	0.16	-
Hymenoptera-F	-	<0.01	-	<0.01	-
Hymenoptera-V	-	-	<0.01	-	-
Inseto NI	<0.01	-	-	<0.01	-
L. chironomidae	0.02	-	-	<0.01	-
L. odonata	-	0.01	-	0.06	-
L. tabanidae	0.01	-	-	-	-
Annelida					
Oligochaeta	16.03	-	-	4.99	-
Vertebrata					
R. peixe	0.13	2.44	4.53	0.01	1.51
Plantae					
Flor	0.02	-	-	-	-
R. vegetais	0.54	0.83	0.32	1.70	0.62
Outros					
Mat. Digerido	31.08	23.34	11.89	2.55	11.39
sedimento	13.00	0.95	1.94	22.38	8.62

4.3.2.1- *Potamotrygon orbignyi*

A análise de 13 estômagos de *Potamotrygon orbignyi* indicou uma dieta muito variada, composta de Annelida, Caranguejos, *Macrobrachium amazonicum* e *Pomacea* sp. O item Minhoca foi considerado o mais importante pelo grande volume apresentado (Figura 49), apesar de sua baixa frequência de ocorrência (Fi). Os outros itens ingeridos também apresentaram frequências baixas.

Grande parte dos estômagos analisados de *Potamotrygon orbignyi* apresentou pequena quantidade de alimento, correspondendo ao índice de repleção 1 (até 25% de alimento) (Figura 50) e dois estômagos se encontravam vazios.

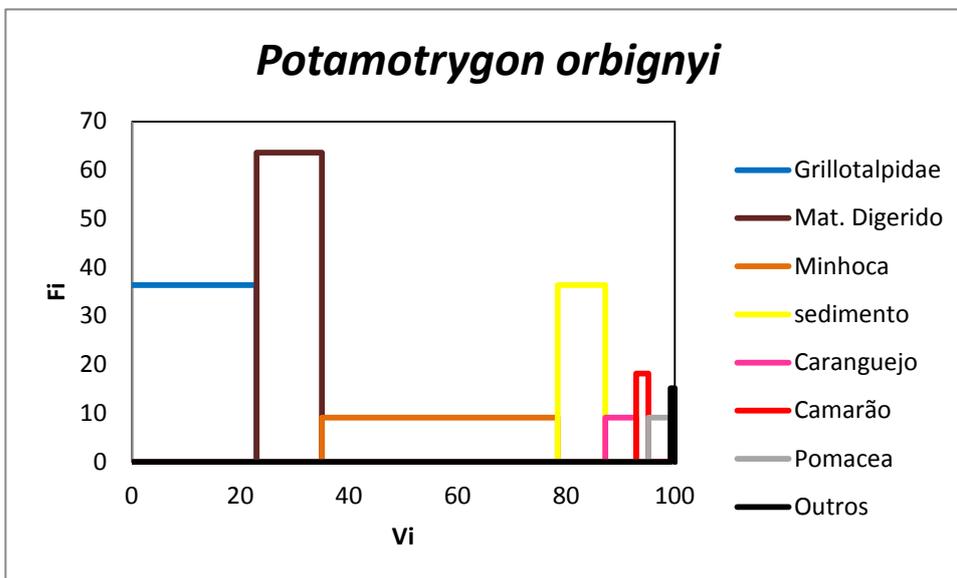


Figura 49– Representação gráfica do IAi da dieta de *Potamotrygon orbignyi*.

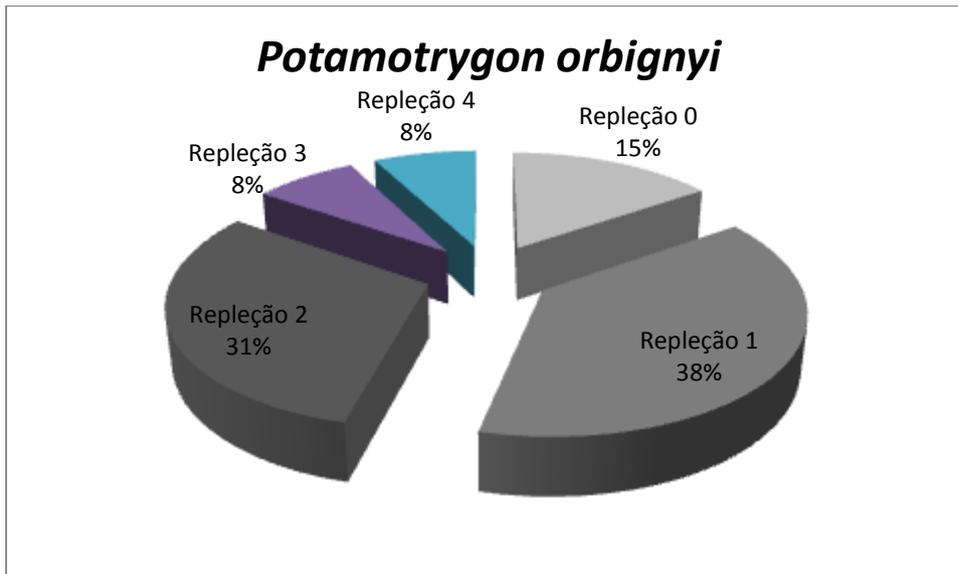


Figura 50- Repleção dos estômagos analisados de *Potamotrygon orbignyi*.

4.3.2.2- *Potamotrygon constellata*

Apenas um estômago de *Potamotrygon constellata* foi analisado. Apresentou índice de repleção 3 e no mesmo foram encontrados dois indivíduos de Grillotalpidae, muito sedimento e restos vegetais. Estes dois últimos itens provavelmente foram ingeridos durante a captura do primeiro, que é um inseto com patas fossoriais e que apresenta o comportamento de permanecer enterrado no solo.

4.3.2.3- *Potamotrygon sp1*

Para a espécie *Potamotrygon sp1* foram analisados 38 estômagos. Essa espécie se alimentou principalmente de Camarões, seguido de *Pomacea sp.*, Caranguejos e Restos de peixes (Figura 51). Pouco mais de 60% dos estômagos apresentavam Material Digerido em seu interior, além de

terem sido encontradas pequenas quantidades de Sedimento e Restos Vegetais, itens que provavelmente são ingeridos de forma não intencional, juntamente com outros. A maior parte dos estômagos analisados apresentava pequena quantidade de alimento (repleção 1 ou 2) e um estava completamente vazio (Figura 52).

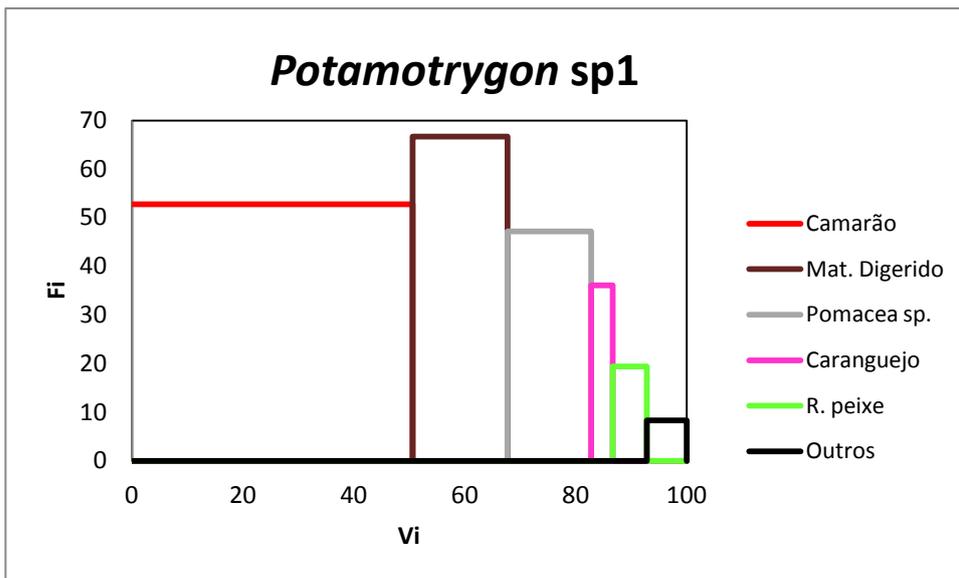


Figura 51– Representação gráfica do I_{Ai} da dieta de *Potamotrygon* sp1.

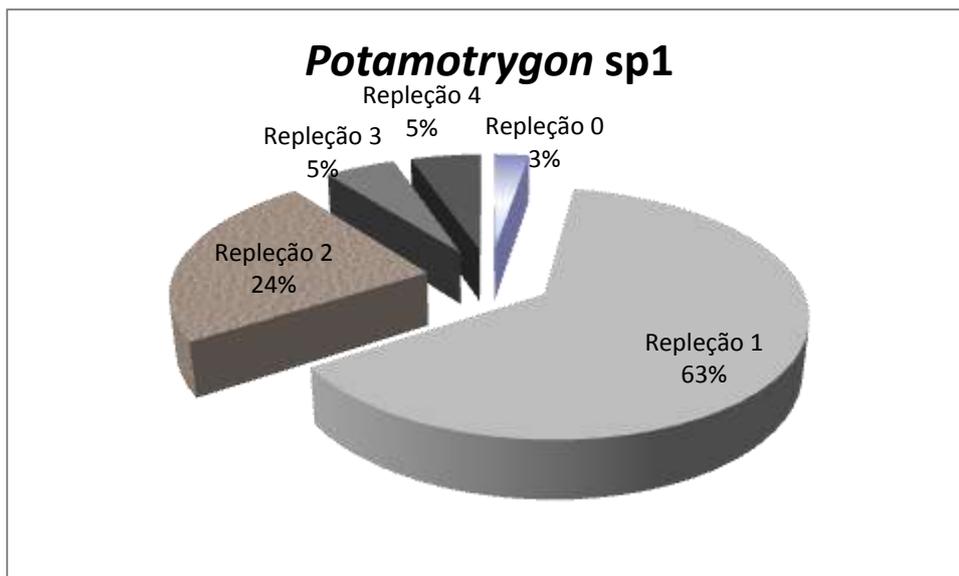


Figura 52– Repleção dos estômagos analisados de *Potamotrygon* sp1.

4.3.2.4- *Potamotrygon motoro*

Foram analisados 18 estômagos de *Potamotrygon motoro*. Sua dieta apresentou principalmente Camarões, Caranguejos, *Pomacea* sp. e Restos de peixes (Figura 53). Os itens Material Digerido e Sedimento também estiveram presentes em grande parte dos estômagos analisados, como ocorrido em *Potamotrygon* sp1. A grande maioria dos estômagos apresentava pouca quantidade de alimento em seu conteúdo (repleção 1) (Figura 54).

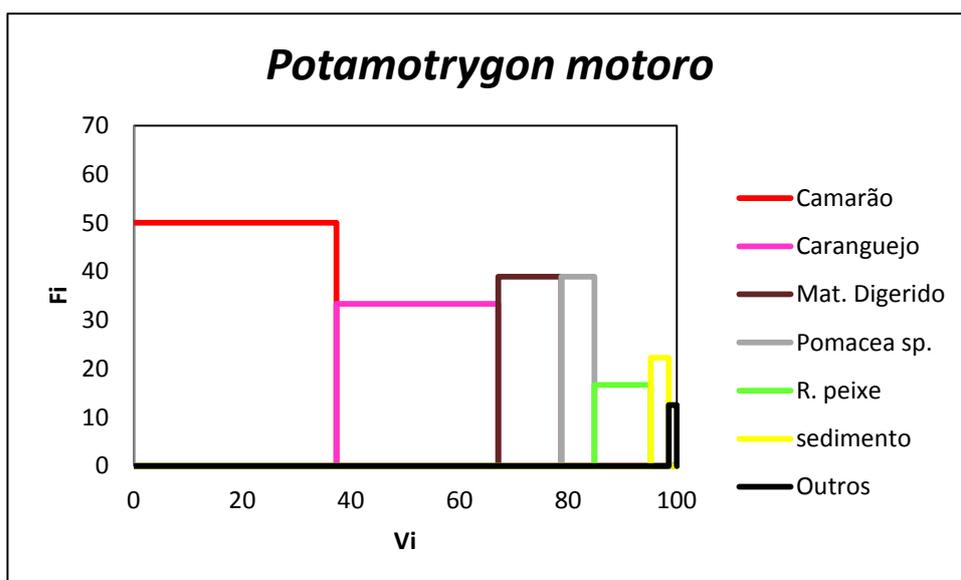


Figura 53– Representação gráfica do IAI da dieta de *Potamotrygon motoro*.

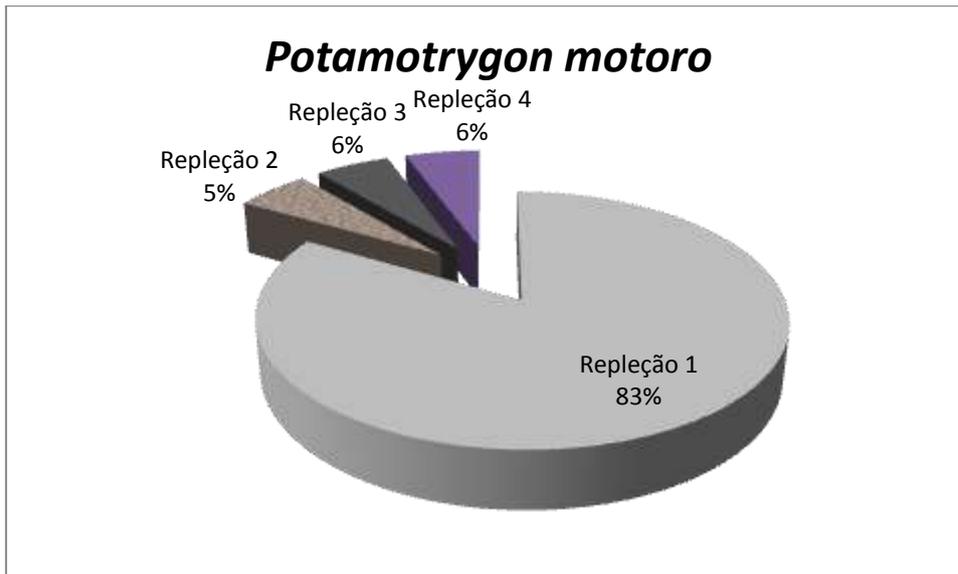


Figura 54– Repleção dos estômagos analisados de *Potamotrygon motoro*.

4.3.2.5- *Potamotrygon cf. dumerilii*

A espécie *Potamotrygon cf. dumerilii* teve 18 estômagos analisados. Destes, três estavam com repleção zero, completamente vazios. Sua dieta foi composta basicamente de Camarões e Minhocas, além de Sedimentos, Material Digerido e Restos Vegetais (Figura 55), itens estes que apresentaram os maiores valores de IAI. Os itens representados graficamente como “outros itens” foram *Pomacea* sp., Caranguejo, Grillotalpidae, Larva de Odonata, Restos de peixe, Inseto não identificado, Larva de crustáceo, Isopoda, Larva de Chironomidae, Hymenoptera e Collembola. Esses itens, devido às suas baixas frequências e volumes, são considerados ocasionais ou acidentais. A maioria dos estômagos que continham alimento, apresentou pouco ou muito pouco conteúdo estomacal (repleção 1 e 2) (Figura 56)

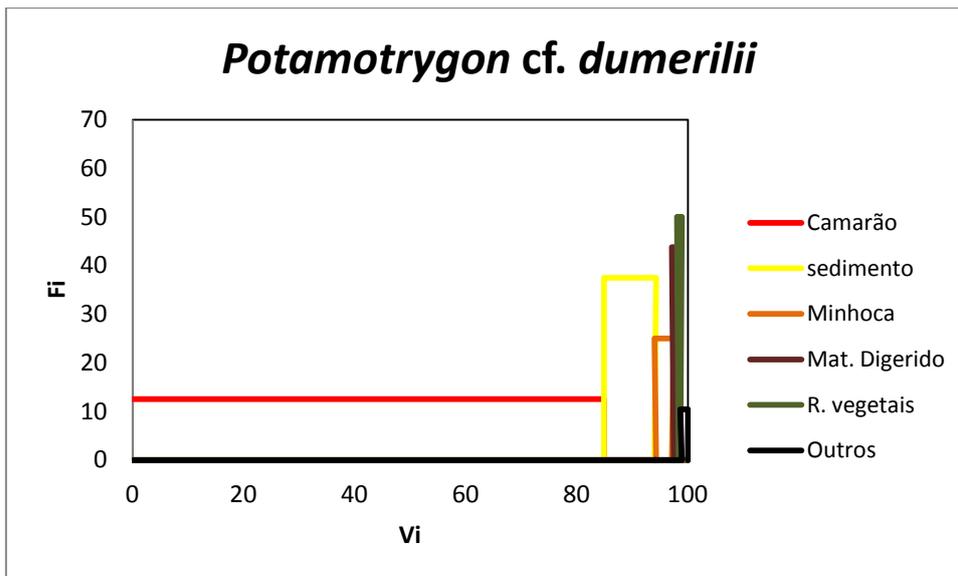


Figura 55– Representação gráfica do IAI da dieta de *Potamotrygon cf. dumerillii*.

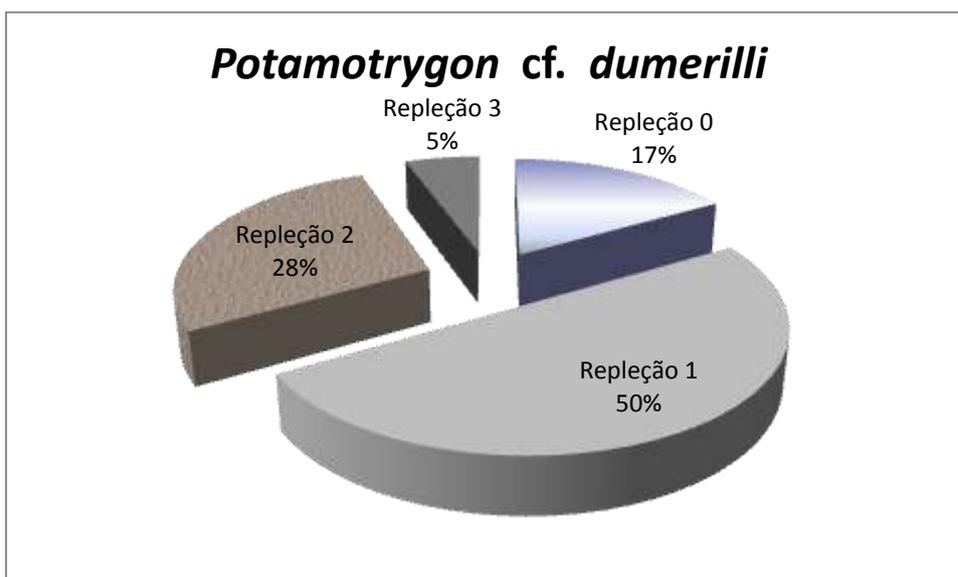


Figura 56– Repleção dos estômagos analisados de *Potamotrygon cf. dumerillii*.

4.3.2.6- *Potamotrygon scobina*

Potamotrygon scobina teve o estômago de seis indivíduos analisados. Essa espécie se alimentou basicamente de Camarão e Caranguejo (Figura 57). Como nas outras espécies de raias analisadas, a grande maioria dos

estômagos continha pouca quantidade de alimento (repleção 1 e 2) (Figura 58).

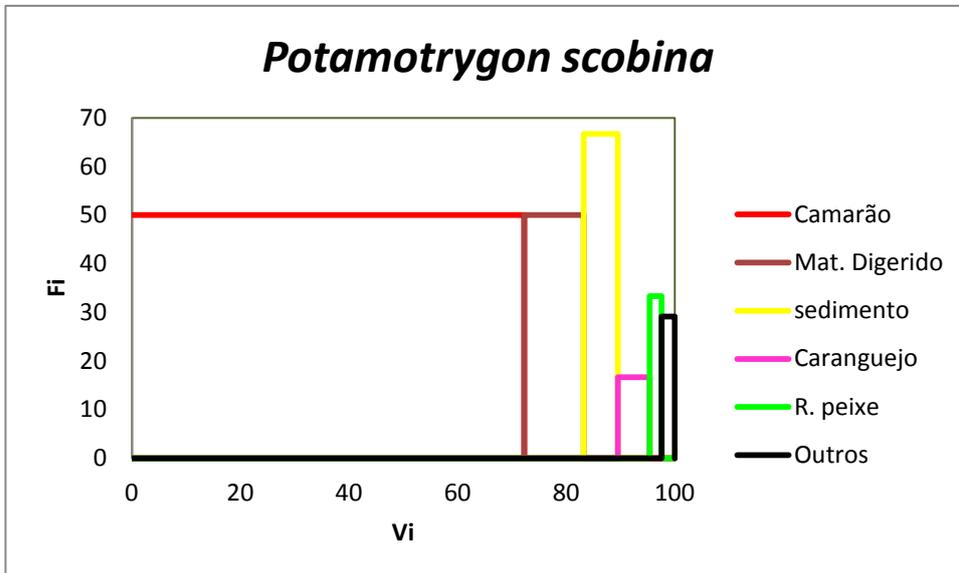


Figura 57– Representação gráfica do IAi da dieta de *Potamotrygon scobina*.

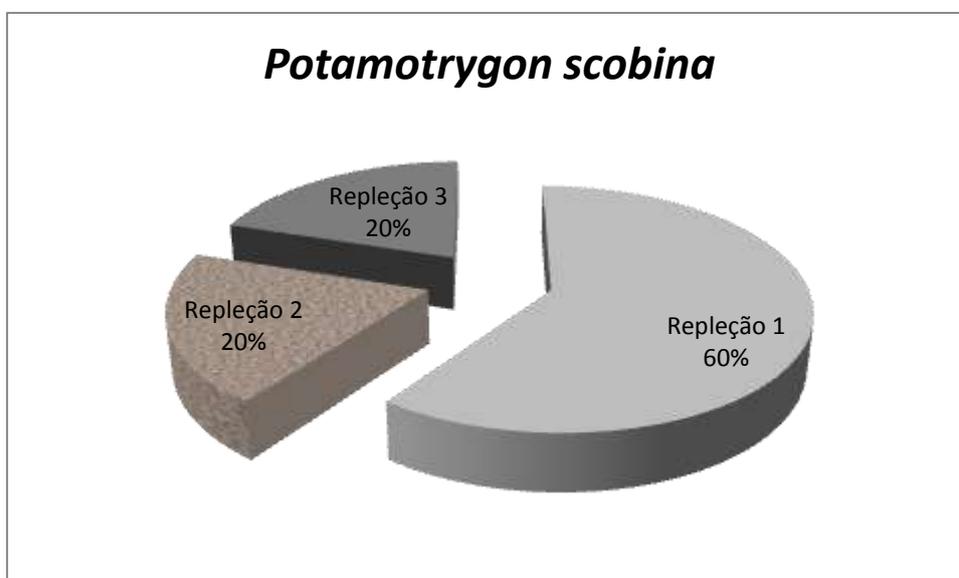


Figura 58– Repleção dos estômagos analisados de *Potamotrygon scobina*.

4.3.2.7- *Potamotrygon* sp.

Apenas um estômago de *Potamotrygon* sp. foi analisado. Apresentou índice de repleção 1 e no mesmo foi encontrado muito sedimento e restos vegetais.

4.4- DISCUSSÃO

Nesse estudo foi constatado que as raias analisadas são realmente predadoras, porém de invertebrados, nesse caso, predominantemente de crustáceos e em seguida moluscos e insetos e anelídeos, como observado por Rosa et al. (2010) e Almeida et al. (2010). A ingestão de vertebrados ficou restrita à ocorrência de restos de peixes bem digeridos, podendo-se identificar escamas raios ou colunas vertebrais. Apenas um indivíduo apresentou um peixe inteiro em seu conteúdo estomacal, que pôde ser identificado como *Astyanax* sp.

Foram encontrados apenas quatro indivíduos com estômagos vazios durante toda a amostragem. Essa baixa frequência, como aqui encontrada, também foi verificada por Pântano-Neto (2001) e Silva & Uieda (2007) em *P. motoro*, por Rodriguez-Guerra et al. (2007) para *Potamotrygon* sp. e por Lasso et al. (1996) para *P. orbigny*. Por outro lado, Wetherbee et al. (1990), estudando elasmobrânquios marinhos, verificaram que altas porcentagens de estômagos vazios ou estômagos com baixos níveis de repleção são características comuns para o grupo. Altas taxas de estômagos

vazios também foram verificadas para *P. orbignyi* e *Paratrygon aiereba* em outros estudos (Charvet-Almeida 2006, Rincón 2006, Shibuya 2009). O alto número de estômagos encontrados com pouco conteúdo, refeições 1 e 2 (Figura 41) mostra que esse é realmente um padrão esperado para o grupo. Segundo Aguiar & Valentim (2010) as raias apresentam tempos de esvaziamento gástrico muito superiores aos peixes ósseos em geral, podendo explicar a grande quantidade de material digerido encontrado nos conteúdos e refeições baixas dos estômagos. Com poucas exceções, o tempo varia de um até vários dias para se evacuar completamente o alimento do estômago dos elasmobrânquios (Wetherbee & Cortés 2004).

A mudança da dieta das raias de acordo com o período das coletas pode indicar que o regime hidrológico regional, que é muito bem definido para a área estudada, interfere na captura dos itens alimentares. No entanto seriam necessários tamanhos amostrais maiores e um estudo de disponibilidade de itens no ambiente ao longo do ano. Apesar da diferença encontrada entre as coletas, os itens alimentares consumidos se mostraram relativamente constantes ao longo do ano, sendo verificadas apenas diferenças na quantidade de itens ingeridos, que segue a disponibilidade dos mesmos no ambiente. Isso mostra que as raias da área de estudo apresentam preferência por itens alimentares distintos.

Os estudos de alimentação em raias continentais têm mostrado variações na composição e frequência de determinados itens alimentares, bem como diferenças de dieta intra e interespecífica, de acordo com o habitat (Charvet-Almeida 2001, 2006, Rincón 2006). Essas diferenças temporais entre as dietas das raias encontradas neste trabalho são devidas à grande

plasticidade de seus hábitos alimentares, que muitas vezes resultam em mudanças ontogenéticas e espaço-temporais (Achenbach & Achenbach 1976).

Várias espécies de peixes que se alimentam de presas bentônicas muitas vezes são associadas como substrato-perturbadoras, geralmente são espécies de peixes maiores (Garrone-Neto & Sazima 2009). Essa associação compreende um peixe ou um grupo de peixes que escavam ou de qualquer forma modificam o substrato para o forrageamento (Strand 1988, Lukoschek & McCormick 2000).

As raias de água doce são peixes tipicamente substrato-perturbadores e essa constatação pode ser feita mesmo em ambientes onde a observação subaquática é impossível devido à alta turbidez da água, como é o caso da área de estudo deste trabalho e muitos outros locais de ocorrência dessas espécies, pelas marcas de escavação deixadas no substrato, chamadas pelos ribeirinhos de “camas de arraias”, (Figura 59). Na área de estudo elas são geradas em ocasião de maré alta. As áreas onde essas marcas são encontradas, quando percorridas em ocasiões de maré baixa, não apresentam raias, exceto em poços remanescentes com profundidades maiores de 50cm, não justificando então a formação de buracos para a sua respiração em condições de águas muito rasas.

De maneira geral as raias ingerem sedimento durante sua alimentação. Para a captura de presas como Oligochaetas (minhocas) e Grillotalpidae, animais que são encontrados enterrados e *Pomacea* sp., parcialmente enterrados, mas sempre associados ao sedimento, as raias precisam revolver o substrato. Shibuya et al. (2012) afirmam que esse comportamento de forragear revolvendo o substrato é possível devido à

presença de seu sistema sensorial provido de eletro e mecanorreceptores para a localização dos itens enterrados. Boa parte desse sedimento é ingerida juntamente com as presas, passa para o intestino e é eliminada. O sedimento assim procurado pelas raias para forrageamento apresenta grande quantidade de matéria orgânica incorporada, como partículas vegetais, encontradas e identificadas como Restos vegetais, mas ainda não é possível afirmar se existe um aproveitamento desse recurso durante o processo de digestão do material ingerido e a concomitante passagem do mesmo pelo seu trato digestivo. No entanto é pouco provável que os materiais vegetais encontrados nos estômagos tenham sido ingeridos de forma intencional pelas raias.

Esse comportamento de revolver o sedimento foi observado por Garrone Neto & Carvalho (2011) para indivíduos de *P. orbigny*, onde essa espécie disponibilizava recurso durante a atividade de forrageamento, sendo denominada espécie nuclear, e outras três espécies de Characiformes, denominadas de espécies seguidoras, se aproveitavam do recurso assim disponibilizado. Observação semelhante é descrita por Garrone-Neto & Sazima (2009) entre *P. falkneri* e *P. motoro* e quatro espécies de ciclídeos. Esse aproveitamento por parte de outras espécies pelo recurso disponibilizado através do forrageamento do substrato é um comportamento muito comum, porém pouco relatado (Leitão et al. 2007). Isso mostra a importância da ocorrência das raias em ambientes com fundos de areia e lama, pois estas estariam disponibilizando recursos primariamente indisponíveis a outros peixes que não têm a habilidade para desenterrá-los.

As espécies que apresentaram grandes quantidades de sedimento no estômago associadas a itens que nele habitam foram *P. orbigny*, *P.*

motoro, *P. constellata*, *P. sp1.* e *P. cf. dumerilii*, o que indica que essas espécies apresentam o comportamento de forragear o sedimento para encontrar suas presas.

Segundo Aguiar & Valentin (2010) estudos já realizados indicam que estes animais influenciam a dinâmica e composição de comunidades bentônicas por predação direta e/ou distúrbios físicos ao substrato causados por essa atividade de forrageamento. De uma forma geral, as espécies de raias bentônicas também são consideradas importantes para fluxo de energia da rede trófica entre o compartimento bentônico e o pelágico.



Figura 59– “Cama de arraia” recente deixada pela atividade de forrageamento do substrato por raias na REBIO do Parazinho.

Rosa et al. (1987) descreveram os conteúdos estomacais de espécimes de *Plesiotrygon iwamae* dos rios Solimões e Napo, no Brasil, e relataram a descoberta de teleósteos, insetos e decápodes. Esta análise foi baseada em apenas três indivíduos, que não lhes permitem determinar a importância de cada categoria de presa. Lasso et al. (1996) e Moro (2010) analisaram as dietas de *Potamotrygon orbignyi* e *Paratrygon aiereba* do rio

Apure, Venezuela, e identificou hábitos insetívoros e piscívoros respectivamente.

Segundo Dean et al. (2005), a maioria das espécies de tubarões e raias usam a sucção para se alimentar e podem separar e remover material através da manipulação na cavidade oral e reingestão do alimento, embora as raias possuam um controle mais preciso da mandíbula inferior devido ao grande número de inserções musculares.

Pantano-Neto (2001) analisou a dieta e anatomia dos músculos orobranquiais de duas espécies de *Potamotrygon* e observou que *P. motoro* se alimentou principalmente de insetos, enquanto *P. henlei* se alimentou especialmente de gastrópodes. Este autor também demonstrou uma forte relação entre os hábitos alimentares e os músculos orais dessas espécies.

Segundo Pantano-Neto (2001) *P. motoro* tem uma grande biomassa relativa de músculos responsáveis pela sucção que pode explicar a grande presença de camarões em sua dieta em detrimento de Pomaceas. Shibuya (2009) também encontrou grande influência de camarões na dieta de *P. motoro* no médio rio Negro.

Algumas espécies de raias de água doce apresentam forte musculatura adutora na boca, que ajuda a quebrar sua presa em pedaços (Pantano-Neto 2001). Essa musculatura do aparelho bucal explica ausência de conchas de *Pomacea* sp. nos estômagos das espécies analisadas, pois as raias as quebram e eliminam os fragmentos quebrados, ingerindo apenas as partes moles. O item *Pomacea* sp. (Figura 48) era muito disponível na área de estudo por constatação visual. Esse item pode ser individualmente identificado no conteúdo estomacal pela presença dos opérculos ainda aderidos nas partes

moles ou, quando estas já foram digeridas, pela presença de grandes quantidades de opérculos avulsos, uma vez que estes não são dissolvidos pelos ácidos estomacais das raias. Os opérculos passam para o intestino e são eliminados com o bolo fecal. A constatação visual desse comportamento seria muito difícil para a área de estudo devido à alta turbidez da água, no entanto, eventualmente são encontrados pequenos fragmentos de conchas desses moluscos nos estômagos, mas em proporções extremamente baixas quando comparadas às quantidades de indivíduos ingeridos, confirmando o comportamento acima descrito. Talvez essa tática seja desenvolvida para a ingestão de grandes moluscos, pois diferentemente das pomáceas, outros gastrópodes (*Aylacostoma* sp.) de porte pequeno são encontrados inteiros. Outra hipótese sugere que as pomáceas sejam itens preferenciais, procurados enquanto outros moluscos sejam ingeridos ocasionalmente, não demandando uma estratégia própria para sua ingestão. Apesar de Shibuya et al. (2012) não terem observado para *P. motoro* o comportamento de quebrar as conchas e filtrar as presas ingerindo apenas as partes de mais fácil digestão e com alto valor nutritivo, essa técnica foi constatada por Dean & Motta (2004) para *Narcine brasiliensis* (Narcinidae) e por Sasko et al. (2006) para *Rhinoptera bonasus* e para as demais espécies estudadas no presente trabalho que se alimentaram desse item.

Silva & Uieda (2007) mostraram que *P. motoro* do alto rio Paraná apresentou dominância de insetos aquáticos na sua dieta, com baixa participação de moluscos e peixes, enquanto que Lonardoní et al (2006) atestou que esta espécie, também no alto rio Paraná se alimentou de grandes quantidades de *Pomacea* aff. *canaliculata*.

A dieta de algumas espécies como *Potamotrygon motoro* parece estar relacionada à disponibilidade de presas no ambiente. Na REBIO do Parazinho essa espécie se alimentou principalmente de Camarões, Caranguejos e *Pomacea* sp., diferindo do que foi encontrado por Shibuya et al. (2009) e Almeida et al. (2010), que encontraram a dieta de *Potamotrygon motoro* com predominância de decápodos e teleósteos, com moluscos e insetos constituindo itens de menor importância. Shibuya (2009) supõe que o baixo consumo de *Pomacea* por *P. motoro* no rio Negro foi devido às características da água não serem propícias para a ocorrência desse recurso. Como esse item era frequente e abundante na REBIO do Parazinho, seu consumo foi grande como esperado. Essa variação na alimentação de *P. motoro* encontrada indica que esta espécie apresenta uma grande variedade e plasticidade nos hábitos alimentares, como também sugerido por Almeida et al. (2010).

Segundo Almeida et al. (2010) essa característica de *Potamotrygon motoro* certamente contribuiu por sua extensa distribuição geográfica e favorece ainda a sua expansão para novas áreas ou ambientes diferentes. Esta espécie é considerada invasora no rio Paraná (Agostinho et al. 1997, Lonardoni et al. 2006, Garrone-Neto et al. 2007) apesar de já estar bem estabelecida na região e provavelmente ser capaz de adaptar seu hábito alimentar à sua nova área de distribuição (Almeida et al. 2010).

Além dessas duas estratégias alimentares já citadas, revolvimento do substrato e fragmentação de itens, uma terceira forma de aquisição de alimento pode ser constatada para as raias estudadas, que é a captura ativa de presas. *Potamotrygon orbignyi*, *P. scobina*, *P. motoro*, *P. sp1* e *P. cf. dumerilii* se alimentaram de grandes quantidades de camarão, em

ambientes de fundo arenoso ou lamacento e, no entanto apresentaram muito pouca ou nenhuma quantidade de sedimento em seus conteúdos estomacais. Isso indica que a captura dessas presas devia ser feita de forma ativa, provavelmente durante a natação ou quando os mesmos se encontravam na vegetação, pois em alguns casos, quando encontradas grandes quantidades de camarão, também foram encontradas quantidades significativas de material vegetal. Martin (2005) afirmou que *P. scobina* tem os camarões como item principal em sua dieta. Bragança et al. (2004) também encontraram crustáceos como itens principais na dieta desta espécie.

Shibuya et al. (2012) afirmam que as raias de água doce estudadas em cativeiro apresentaram duas estratégias de obtenção de presas, que foram o ataque e a sucção, ambos seguidos de manipulação oral para a ingestão dos itens. No entanto essa observação foi feita sem substrato arenoso ou lamoso e apenas utilizando camarões como presas, não necessariamente correspondendo ao comportamento que os indivíduos apresentariam em ambiente natural.

Potamotrygon orbignyi não mostrou preferência por nenhum item em especial, tendo explorado grande parte dos itens disponíveis no ambiente, como Grillotalpidae, minhoca, camarões, caranguejos e Pomacea. Shibuya (2009) e Moro (2010) encontraram predominância de insetos aquáticos na dieta desta espécie. Lasso et al. (1996) e Rincón (2006) também encontraram insetos aquáticos na dieta de exemplares de *P. orbignyi* provenientes das Bacias do rio Apure e do rio Tocantins, respectivamente.

Segundo Shibuya (2009) a predominância de insetos aquáticos na dieta de *P. orbignyi* possivelmente tenha uma relação com o pequeno tamanho

da abertura bucal nessa espécie, que pode dificultar a captura de presas maiores como caranguejos e peixes. No entanto, os espécimes capturados no presente trabalho não apresentaram, no geral, largura da boca menor que os espécimes de *P. motoro*, que se alimentou basicamente de crustáceos. Porém, nenhuma das duas espécies mostrou elevada frequência no consumo de itens grandes, como Pomacea, que apenas foram encontradas em pequenas quantidades na dieta das mesmas.

A presença de material vegetal no conteúdo estomacal das raias constatada no presente trabalho também foi observada por outros autores (Charvet-Almeida 2001, 2006, Rincón 2006, Lonardoni et al. 2006, Zuanon 1999, Bragança 2002, Almeida et al. 2010). No entanto, nenhum deles cogitou a hipótese das raias ingerirem esse item de forma proposital, interpretação esta seguida em relação às observações feitas na REBIO do Parazinho.

Devido ao seu corpo achatado, olhos dorsais e boca ventral, os órgãos sensitivos não visuais, como os olfatórios, eletrorreceptores e a linha lateral, possuem um papel fundamental na detecção e captura das presas (Shibuya et al. 2010), principalmente em ambientes de água com alto nível de turbidez. Após a detecção das presas, as raias podem, segundo Lonardoni et al. (2009) se utilizar de diferentes mecanismos para sua captura como: (i) “blowing/suction” para reposicionar a presa; (ii) esmagamento; (iii) remoção de pedaços; (iv) mordida, que pode ser empregada com movimentos da cabeça para reduzir o tamanho da presa (Wilga et al. 2007). Mas para essa detecção acontecer e então o animal decidir sobre qual estratégia usar para sua obtenção, o sistema da linha lateral fornece as informações necessárias para o animal (Shibuya 2009). Essa detecção, segundo Shibuya et al.

(2010), provavelmente ocorre pela percepção dos movimentos da água causados pelas presas. As raias forrageiam predominantemente à noite, quando os estímulos visuais são provavelmente de importância mínima na detecção das presas (Shibuya et al. 2010). Embora os camarões consumidos pelas raias estudadas possuam hábitos diurnos, o que é mais um indício de que eles foram capturados ativamente, eles podem ter sido predados quando descansavam nas folhagens, troncos, raízes ou no fundo do corpo d'água. Nesse caso as presas seriam inicialmente detectadas por estímulo olfativo, depois capturadas e mantidas sob o corpo da raia. Em seguida, com o uso dos mecanorreceptores, elas seriam localizadas e guiadas até a sua boca (Shibuya et al. 2010).

Rincón-Filho (2006) relatou teleósteos, moluscos e crustáceos, como as principais presas nas dietas de outras três espécies, *Paratrygon aiereba*, *Potamotrygon henlei* e *P. sp. "n"* a partir do mesmo local de amostragem, embora essas conclusões tenham sido baseadas em muito poucos indivíduos. Lonardoni et al. (2006) observaram que *P. falkneri* e *P. motoro* e alimentaram principalmente de teleósteos e insetos, respectivamente, no alto rio Paraná, Brasil. Estes autores observaram flutuações sazonais das presas dominantes para as duas espécies, e ambos os moluscos consumidos durante a época da cheia.

O predomínio de camarões na alimentação das raias na Rebio do Parazinho, em detrimento de insetos e teleósteos, como encontrados em outros trabalhos (Rosa et al. 1987, Lonardoni et al. 2006 e Rincón-Filho 2006) provavelmente deve-se à grande disponibilidade de camarões no ambiente ao longo de todo o decorrer do trabalho, demonstrando o caráter oportunista ou

adaptativo do grupo. Esse caráter é mencionado em vários trabalhos que tratam de alimentação de potamotrigonídeos. As espécies apresentam suas preferências alimentares, mas são plásticas o suficiente para consumirem os itens abundantes no ambiente e acompanhar a disponibilidade dos mesmos. Bragança et al. (2004) observaram que tanto *Potamotrygon scobina* quanto *P. orbignyi* se alimentaram dos itens disponíveis em abundância em sua área de estudo.

As comparações das composições de dieta registradas em diferentes estudos têm sido complicadas pelo uso de vários índices diferentes. Cortés (1997) propôs a utilização de um índice de importância relativa (IRI) para interpretar dados alimentares em elasmobrânquios. No entanto, as análises anteriores de dieta realizadas por Cortés (1997), bem como alguns estudos posteriores realizados por Pantano-Neto (2001) e Lonardoní et al. (2006), por exemplo, usam apenas contagens diretas, como a frequência de ocorrência, volume e/ou números. Essa falta de padronização resultou em interpretações incompletas, no entanto, por eles serem baseados unicamente na frequência de ocorrência das presas.

O presente trabalho demonstrou que a dieta das raias na REBIO do Parazinho é diferente daquelas citadas nos estudos referidos em outras localidades, provavelmente indicando que as raias constituem um grupo de espécies oportunistas que têm capacidade de se aproveitar dos recursos alimentares disponíveis no ambiente. Assim, as raias (ou pelo menos algumas dessas espécies) são capazes de adaptação a diferentes tipos de habitat, à disponibilidade de presas e suas relações tróficas (Shibuya 2009).

Capítulo 5- Tamanho e Sobreposição de nicho

5.1- INTRODUÇÃO

Medidas de sobreposição são rotineiramente empregadas para inferir sobre competição trófica e partilha de recursos entre espécies simpátricas de peixes.

Evidências cada vez maiores sugerem que efeitos indiretos da pesca afetam a composição e a diversidade de elasmobrânquios e da comunidade de peixes em geral através das interações tróficas (Martin, 2005, Stevens et al., 2000).

O princípio da exclusão competitiva, que afirma que espécies semelhantes não podem coexistir partilhando o mesmo nicho, vem sendo derrubado ao longo das últimas décadas através de pesquisas de campo, que mostram que essa coexistência de espécies potencialmente competidoras é comum em ambientes naturais. Essa análise teórica de observações empíricas sugere que o princípio da exclusão competitiva poderia dar lugar ao “princípio da coexistência”, com espécies exibindo taxas de crescimento diferenciadas e diferenças no uso do espaço físico (Bastolla et al. 2008).

É esperado que na condição de simpatria de organismos taxonomicamente próximos, como congêneres, a similaridade dos requerimentos ecológicos conduza as espécies a se diferenciarem no uso de recursos quando estes se apresentam escassos, evitando interações competitivas (Gause 1934, MacArthur 1972, Matthews 1998, Pianka 2000) ou

seja, é plausível propor a hipótese de que tenham ocorrido modificações nas estratégias de exploração dos recursos em resposta a processos competitivos. Por outro lado, o valor acentuado do índice de sobreposição de dieta na cheia não implica, necessariamente, em competição, na medida em que os recursos alimentares são comumente abundantes neste período (Lonardoni et al. 2006).

Como os recursos alimentares e os predadores estão entre os principais fatores limitantes do crescimento populacional de qualquer espécie, as interações tróficas são componentes essenciais para o entendimento da dinâmica das populações, e conseqüentemente dos padrões emergentes de coexistência e diversidade nos ecossistemas (Levin 1970)

Grinnell (1917) foi o primeiro autor a definir o conceito de nicho na literatura ecológica. Este autor empregou o termo nicho em referência ao local ocupado por determinada espécie no ambiente, focando os efeitos das características físicas deste sobre a distribuição espacial de espécies. Contudo, alterações conceituais foram gradativamente sendo propostas à medida que a ecologia evoluía como ciência. Mais adiante, Elton (1927) designou como nicho ecológico o papel funcional desempenhado por uma espécie dentro da cadeia alimentar. Segundo Abelha (2007) a distinção entre os dois conceitos, centrada na ênfase dada aos requerimentos ecológicos das espécies no primeiro e na função ecológica destas no segundo, tem historicamente causado polêmica entre aqueles que se dedicam ao estudo do assunto (Pianka 2000, Chase & Leibold 2003). Cabe ainda destacar o conceito proposto por Hutchinson (1957), o qual alcançou expressiva difusão nas pesquisas ecológicas por permitir a quantificação do nicho ao considerá-lo como a região de um espaço n-dimensional (múltipla funcionalidade) (Chase & Leibold 2003). Assim, em nível

de comunidade, os padrões de utilização dos recursos podem ser estudados em termos de distribuição das espécies em um espaço de nicho multidimensional, cujos eixos abrangem todos os fatores ambientais essenciais às suas existências (Hutchinson 1957). A coexistência entre as espécies ou a segregação no uso dos recursos seria determinada através da ação e disponibilidade de três eixos: hábitat, seguido por tipo de alimento e, por fim, divisão temporal (Schoener 1974). No caso de peixes, comumente, o alimento tem sido apontado como a dimensão mais importante (Ross 1986).

As comunidades ecológicas são desenhadas, em parte, pela maneira na qual espécies similares consomem e repartem os recursos alimentares (Duré et al 2009). Nichos são frequentemente sobrepostos na natureza, ao mesmo tempo em que a competição é quase sempre evitada (Pianka 2000). Esta condição, aparentemente antagônica, se viabiliza com o suprimento amplo de recursos, de forma que as espécies podem partilhá-los sem o detrimento recíproco (Abelha 2007). A flexibilidade alimentar (substituição de um alimento por outro, devido a mudanças na abundância relativa do alimento em uso) (Gerking 1994), presente na maioria dos peixes, é um atributo que influencia a coalescência das espécies sobre recursos abundantes e submete os valores de sobreposição alimentar a oscilações espaço-temporais (Abelha 2007). A este respeito, estudos diversos apontaram a tendência de sobreposições mais elevadas entre espécies de peixes em condições de maior disponibilidade de alimentos (Zaret & Rand 1971, Delbeek & Williams 1987, Cardona 2001). Assim, a ausência de competição pode ser evidenciada por elevados índices de sobreposição de nicho, o que ocorre

quando os recursos partilhados são abundantes ou irrelevantes para uma das espécies (Colwell & Futuyma 1971).

Na natureza não são raras as espécies que utilizam os mesmos recursos abióticos ou bióticos. Assim, o compartilhamento parcial ou total de tais áreas de distribuição depende da tolerância das espécies simpátricas ao recurso utilizado e, conseqüentemente, da competitividade entre elas (Pinheiro et al. 1997).

Além disso, uma vez que duas ou mais espécies ocorrem frequentemente em simpatria, o conhecimento dos mecanismos que favorecem a co-ocorrência de espécies morfologicamente e ecologicamente semelhantes pode ser importante (Duré et al. 2009). O grau de diferenciação de nicho entre espécies no mesmo nível trófico depende de muitos fatores, sendo a disponibilidade de presa um dos mais relevantes (Pianka 1969, Schoener 1974, 1989). O estudo das relações tróficas entre as espécies simpátricas é crucial para a compreensão das interações interespecíficas (Duré & Kehr 2001, 2004).

Estudos de dieta fornecem informações acerca dos tipos de itens consumidos, importância relativa de cada item na alimentação e estratégias de forrageamento das espécies (Huey & Pianka 1981; Belver & Ávila 2001). Entretanto, a maioria dos estudos sobre ecologia alimentar aborda apenas uma população de uma espécie em um habitat particular e nem todos os indivíduos alimentam-se de todos os itens disponíveis em um local, pois há diferenças intra e interpopulacionais na composição da dieta (Van Sluys 1995; Vitt & Caldwell 2009).

Por outro lado, o conhecimento das relações tróficas possibilita a

compreensão dos mecanismos que permitem que espécies proximamente relacionadas explorem o mesmo nicho. Estudos sobre a amplitude e sobreposição de nicho trófico são importantes para quantificar como duas ou mais espécies se relacionam e partilham recursos alimentares (Hurlbert 1978), ou mesmo para serem usados como medida descritiva da organização de uma comunidade (Abrams 1980). No entanto, o principal propósito dos estudos de partilha de recursos é analisar os limites que a competição interespecífica impõe ao número de espécies que podem coexistir de maneira estável em ambientes com restrição de recursos (Schoener 1974).

O grau de sobreposição alimentar das espécies encontradas pode explicar a grande riqueza de raias encontradas na área de estudo, gerando um entendimento de como a comunidade se estrutura de acordo com a disponibilidade de recursos no ambiente.

5.2- METODOLOGIA

A diversidade da dieta das morfoespécies amostradas foi indicada pelo índice de Levins (1968). A partir dos dados da análise de conteúdo estomacal, foram calculados a largura do nicho (B) e o índice de sobreposição de nicho (I_{jk}) de Pianka (Krebs 1989), Schoener (1968) e Colwell & Futuyma (1971), com intuito de se verificar dentre as espécies analisadas quais possuem maior sobreposição no uso dos recursos tróficos, caso isso aconteça.

A sobreposição trófica entre as espécies de *Potamotrygon* encontradas

neste trabalho foi estimada através do índice de sobreposição de nicho de Pianka (1973), obtido pela expressão descrita abaixo:

$$O_{jk} = O_{kj} = \frac{\sum_i^n p_{ij} \cdot p_{ik}}{\sqrt{\sum_i^n p_{ij}^2 \sum_i^n p_{ik}^2}}$$

Onde:

$O_{jk} = O_{kj}$ indica que o índice é simétrico, ou seja, a sobreposição da espécie j sobre a espécie k é equivalente à sobreposição da espécie k sobre a j .

p_{ij} e p_{ik} = proporções dos recursos utilizados pelas espécies j e k .

O índice de Sobreposição de Nicho de Pianka (Pianka 1973, Krebs 1989) foi calculado no programa EcoSim Professional 2012 (Gotelli & Entsminger 2005), com largura de nicho retida e zeros reamostrados, com intuito de verificar dentre as espécies analisadas quais possuem maior sobreposição no uso dos recursos tróficos.

Estudos sobre disponibilidade das presas no local, bem como do comportamento alimentar dos peixes, seriam necessários para avaliar se a sobreposição do nicho alimentar entre algumas espécies poderia estar associada com competição interespecífica.

A sobreposição de nicho refere-se à utilização de alguns mesmos tipos de recursos por duas ou mais espécies, sendo que, quanto maior o número de recursos usados por ambas espécies, maior a sobreposição (Abrams 1980). Schoener (1983) sugere que a sobreposição de nicho tende a ser positivamente associada com a competição entre as espécies.

De acordo com Krebs (1989) a amplitude do nicho pode ser medida

pela distribuição dos indivíduos de uma espécie dentro de um conjunto de recursos. No presente trabalho conceituou-se como recurso cada uma das sete áreas onde os animais foram coletados (unidades de amostragem artificial), baseando-se nas diferenças físico-químicas a elas peculiares (Krebs 1989). Tais dados serviram para a elaboração de uma matriz de recursos, onde as espécies são dispostas em linhas e os recursos em colunas (Colwell & Futuyma 1971). A partir dela calculou-se a amplitude do nicho espacial de cada espécie pela medida de Levins padronizada (B_A) (Krebs 1989) e o percentual de sobreposição existente entre eles (Krebs 1989), conforme segue:

$$B_j = \frac{1}{\sum p_j^2}$$

onde:

B = medida da amplitude do nicho;

p_j = Proporção de indivíduos encontrados utilizando o recurso j .

Esse índice mede a uniformidade de distribuição dos indivíduos entre os estados de recurso.

Frequentemente é útil padronizar a largura do nicho para expressá-lo numa escala de 0 a 1. Isso é feito dividindo B pelo número total de recursos disponíveis segundo a equação:

$$B_A = \frac{B - 1}{N - 1}$$

onde:

B_A =Amplitude de nicho de Levins padronizado;

B = medida da amplitude do nicho de Levins;

N= número possível de itens.

A partir dessa equação, os valores calculados para o índice de Levins menores que 0.6 indicam que a dieta está dominada por poucos itens e poderia então indicar espécies predadoras especialistas. Valores maiores que 0.6 indicam espécies mais generalistas (Labropoulou & Eleftheriou 1997).

5.3- RESULTADOS

A Tabela 20 mostra os valores calculados para o índice de Levins de todas as espécies analisadas por coleta e o valor geral do índice levando em consideração a dieta total de cada espécie.

Tabela 20- Valores calculados para a amplitude de nicho (Levins) das espécies de raias entre as coletas (#1 = 1 indivíduo consumindo 1 único item)

Levins Ba=	Coleta 7	Coleta 8	Coleta 9	Coleta 10	Coleta 11	Coleta 12	Total
<i>P. orbignyi</i>	0.31	#1	-	#1	0.57	0.22	0.33
<i>P. constellata</i>	0.19	-	-	-	-	-	0.15
<i>P. sp 1</i>	0.30	0.42	0.50	0.52	0.49	0.48	0.30
<i>P. motoro</i>	0.28	0.62	0.42	#1	0.63	0.39	0.33
<i>P. cf. dumerilii</i>	0.34	0.29	0.32	0.50	0.43	#1	0.45
<i>P. scobina</i>	0.13	-	0.25	-	0.14	0.11	0.32

Os valores encontrados para a sobreposição de nicho espacial e de dieta estão apresentados na Tabela 21.

Tabela 21- Valores calculados para o Índice de Sobreposição de Nicho de Pianka com relação à sobreposição espacial e de dieta e o número de espécies de raias analisadas por coleta realizada na REBIO do Parazinho

Coleta	N° Espécies	Pianka	
		Espacial	Dieta
1 (março/11)	5	0.34809	-
2 (maio/11)	3	0.77507	-
3 (julho/11)	6	0.59158	-
4 (setembro/11)	5	0.33764	-
5 (novembro/11)	5	0.33756	-
6 (janeiro/12)	7	0.36792	-
7 (março/12)	6	0.6198	0.46953
8 (maio/12)	5	0.38139	0.79322
9 (julho/12)	4	0.43393	0.17863
10 (setembro/12)	5	0.28898	0.30157
11 (novembro/12)	5	0.71308	0.54805
12 (janeiro/13)	5	0.57021	0.32965

5.4- DISCUSSÃO

Os processos da ecologia alimentar envolvem divisão de alimentos e diferentes níveis de competição entre as espécies, especialmente em ambientes com alta biodiversidade. Apesar das semelhanças de características anatômicas entre diversas espécies de potamotrigonídeos e sua coocorrência em muitos corpos d'água, cada população tem seu próprio micro-habitat e hábitos alimentares distintos (Almeida et al. 2009). Segundo Araújo (1998), jovens de *Potamotrygon motoro* ocorrem em tributários de ambas margens do Rio Negro, enquanto os jovens de *Paratrygon aiereba* ocorrem apenas na foz dos seus afluentes, bem como em praias de areia nas proximidades; adultos de ambas as espécies ocorrem no canal principal do rio. Jovens e adultos de *P. orbignyi* têm sido associados com praias de areia e *Potamotrygon* sp. (localmente conhecido como "cururu") é frequentemente observada em

florestas inundadas ("igapós"). Estes achados sugerem que espécies simpátricas de raias de água doce exploram diferentes habitats, áreas de alimentação e tipos de presas, o que pode diminuir interações competitivas.

Quando comparamos a dieta entre diferentes espécies animais, observamos que algumas são mais especializadas que as outras. Essa especialização pode variar ao longo de locais diferentes, diferentes condições ambientais ou até mesmo de acordo com a estruturação da comunidade onde a espécie está inserida. Essa especialização pode ser quantificada através dos chamados índices de largura de nicho, amplitude de nicho ou tamanho de nicho. O tamanho do nicho é unidimensional e pode ser medido observando a distribuição de organismos individuais no consumo ou utilização de um conjunto de tipos ou estados do recurso (Krebs 1998).

Potamotrygon scobina foi a espécie mais especialista segundo o índice de Levins (Tabela 20) e analisando a Figura 57 que descreve o padrão geral de dieta da espécie, observa-se que esses baixos valores do tamanho de nicho são confirmados pelos itens ingeridos, tendo sua dieta sempre baseada no consumo de crustáceos (Camarão e Caranguejo), se mostrando uma espécie basicamente carnívora.

Potamotrygon constellata também apresentou baixo valor de largura de nicho, no entanto, esse valor foi obtido pela análise de um único indivíduo, que pode mascarar a plasticidade específica para a obtenção de alimento em diferentes condições ambientais.

Pela Tabela 20 pode-se observar que todas as espécies analisadas apresentaram baixas larguras de nicho, demonstrando pertencerem ao grupo de peixes especialistas. Entretanto, pela quantidade de itens consumidos por

cada espécie em relação a todos os itens consumidos (\approx disponíveis), *P. orbigny* e *P. cf. dumerilii* foram as espécies mais generalistas. Entre as coletas, os valores da largura de nicho das espécies sofrem variações que provavelmente são devidas às variações ambientais que afetam a disponibilidade de itens para o consumo das raias.

A análise combinada dos índices de sobreposição espacial e de dieta permite chegar a conclusões mais precisas a respeito das relações ecológicas entre os diferentes elementos da taxocenose, apontando uma possível condição de stress por competição. A Tabela 22 e a Figura 60 mostram os possíveis cenários decorrentes dos diferentes níveis de sobreposição e o nível de competição esperado em cada situação.

Tabela 22- Análise combinada dos índices de sobreposição de dieta e espacial entre as raias estudadas na REBIO do Parazinho e os meses onde foram encontrados cada cenário proposto.

Tipos de interação	Sobreposição		Condição	Nível esperado de competição	Meses de coleta
	Dieta	Espacial			
Cenário 1	Baixo	Baixo	Grande variedade de recursos alimentares abundante em todos os locais	Baixo	Julho/12 Setembro/13
Cenário 2	Alto	Alto	Recurso alimentar pouco variado limitado localmente	Alto	Março/12; Novembro/12
Cenário 3	Alto	Baixo	Recurso alimentar pouco variado abundante em todos os locais	Baixo	Mai/12
Cenário 4	Baixo	Alto	Grande variedade de recursos alimentares, limitado localmente	Baixo	Janeiro/13

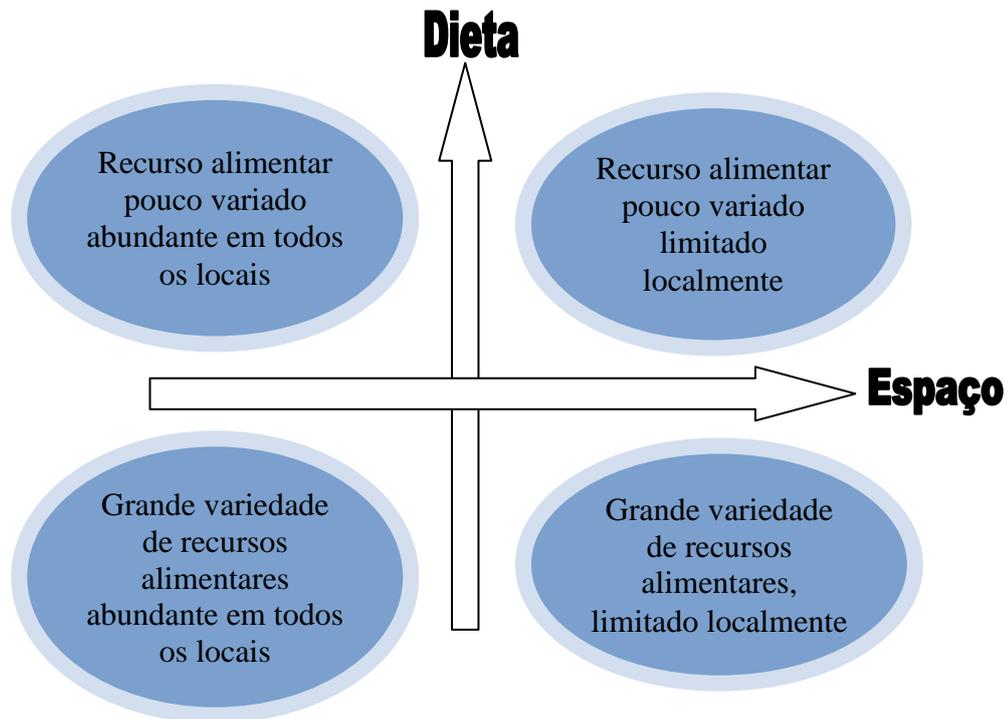


Figura 60- Diagrama de interação de índices de sobreposição espacial e de dieta entre as raças estudadas na REBIO do Parazinho.

Para o primeiro ano de amostragem (Coletas 1 a 6), a Coleta 2 (maio 2011) teve o maior valor de sobreposição espacial, com apenas 3 diferentes espécies dividindo os ambientes da ilha. A sobreposição de dieta foi analisada para as coletas do segundo ano de amostragem (Coletas 7 a 12). As Coletas 8 e 11 tiveram altos índices de sobreposição de dieta. Na Coleta 8, através da análise da Figura 46, pode-se observar que o valor para o Índice de Sobreposição de Dieta é decorrente do elevado consumo de camarões. Trata-se de um recurso que ocorre em toda a área de estudo, o que resultou em um baixo valor de sobreposição espacial, uma vez que as espécies não competem diretamente por um mesmo espaço, mas podem se alimentar em locais diferentes (Tabela 21).

A Coleta 11 apresentou altos valores de sobreposição espacial e de dieta. Novamente esse padrão pode ser explicado pelo item mais importante

da dieta das raias, o Camarão. Nesse caso, a ausência de camarões na ilha, observado pela equipe durante o trabalho, pode ter induzido as raias a forragearem em outros locais. O local da ilha que apresenta os itens mais consumidos além dos Camarões durante a Coleta 11 (Figura 08) é o P4, o canal de maré que leva à base da REBIO. Durante todo o ano são encontrados muitos indivíduos de *Pomacea* sp nesse canal de maré e os caranguejos são igualmente constantes. Isso pode explicar parcialmente o maior número de capturas naquele ponto (Figura 08), pois constituem itens muito consumidos por elas, aumentando dessa forma o valor de sobreposição espacial entre as espécies (Tabela 21).

A interpretação tradicional para esses padrões tem sido que uma sobreposição significativamente pequena é decorrente de competição intraespecífica e partição de recursos, enquanto uma sobreposição significativamente grande pode indicar utilização compartilhada de recursos e uma redução da competição (Gotelli & Graves 1996). Contudo, também é possível que uma alta sobreposição implique em forte competição, mas que ainda não levou a uma divergência no uso do recurso. Cada cenário é possível e dados adicionais de disponibilidade de recursos e de interações entre as espécies seriam necessários para a obtenção de uma resposta definitiva (Sale 1974, Connell 1980).

Um estudo conduzido por Santos et al. (2004) com a alimentação de *Cichla monoculus* e *Oligosarcus hepsetus* observou que essas espécies apresentaram alta sobreposição de nicho trófico ($C_{ik} = 70\%$), caracterizando competição entre ambas espécies por recursos alimentares similares.

Lonardoní et al. (2006) analisaram a dieta de *Potamotrygon motoro* e *P.*

falkneri simpátricas na bacia do Paraná e verificaram que as duas espécies apresentavam alto valor de sobreposição da dieta no período de cheia, onde o recurso alimentar era abundante e baixo valor na seca, quando o alimento se tornava escasso, diferenciando então suas dietas a fim de evitar a competição.

Espécies semelhantes morfologicamente e/ou ecologicamente só podem coexistir desde que haja estratégias para minimizar a competição entre estas, como a adaptação a diferentes itens alimentares (Pianka 1973).

Espera-se para ambientes naturais onde se verifica a ocorrência de espécies simpátricas congêneres, que devido a uma similaridade dos requerimentos ecológicos, seja encontrada uma alta sobreposição espacial e consequente baixa sobreposição de dieta, principalmente quando os itens se tornam escassos. Isto acontece porque espécies próximas tendem a preferir alimentos semelhantes, aumentando dessa forma a competição intraespecífica fazendo com que as espécies menos adaptadas para a obtenção de determinado recurso sejam excluídas competitivamente de seu uso. No entanto, na natureza as interações competitivas são preferencialmente evitadas (Gause 1934, MacArthur 1972, Matthews 1998, Pianka 2000). Isso possibilita a coexistência de espécies em circunstâncias naturais.

No caso oposto, quando se observa baixa sobreposição espacial, é possível esperar alta sobreposição de dieta, pois as espécies se evitam espacialmente para que possam explorar seus mesmos itens preferenciais, contudo em locais diferentes. Essa diferenciação espacial pode acontecer em dimensões de microhabitats, como no caso do presente estudo, várias espécies de raias ocorrem na ilha da Rebio do Parazinho, no entanto, na maioria das coletas elas apresentam baixos valores de sobreposição espacial

(Tabela 21), indicando que existe pouca coocorrência interespecífica ao longo dos pontos de coleta.

Apesar de a competição em si não poder ser comprovada apenas através dos índices de sobreposição, é possível afirmar que as espécies de raias presentes na ilha da Rebio do Parazinho partilham os recursos alimentares disponíveis no ambiente. Assim, dados adicionais acerca da disponibilidade de tais recursos e interação de espécies poderiam fornecer respostas mais precisas com relação à competição como um mecanismo estruturador da assembléia de peixes na Rebio do Parazinho.

Pela Tabela 22 observa-se que o Cenário 2, correspondente a situações onde espera-se níveis alto de competição, aconteceu nos meses de março e novembro, que são os meses considerados picos das estações de cheia e seca, respectivamente. Essas condições extremas podem estar influenciando a disponibilidade de recursos no ambiente e desta forma limitando a ocorrência das espécies de raias, fazendo com que as espécies apresentem então altos valores de sobreposição alimentar e espacial e desta forma aumentando a possibilidade de competição entre elas.

Capítulo 6- Aspectos reprodutivos das raias da REBIO do Parazinho

6.1- INTRODUÇÃO

A gestão da pesca e a conservação das raias de água doce exigem conhecimento sobre a biologia e ecologia de cada espécie. Além dos dados de história natural, a compreensão do uso do habitat e identificação de habitats críticos em diferentes fases da vida (por exemplo, crescimento, berçário, e acasalamento) de elasmobrânquios são também essenciais (Camhi et al. 1998, Simpfendorfer & Heupel 2004).

A falta de estudos sistemáticos sobre a reprodução das raias de água doce muito se deve à dificuldade em se obter coletas periódicas de animais, extremamente necessárias devido aos longos períodos de gestação e ciclos reprodutivos complexos. Estas características, por vezes, impossibilitam o desenho esquemático de todas as etapas envolvidas na reprodução, desde a maturidade, cópula, fecundação, gestação e parto, e consequente estimação de sua periodicidade (Rincón-Filho 2006)

As raias da ordem Myliobatiformes exibem um padrão único no seu modo reprodutivo: a viviparidade aplacentária com trofonema (Hamlett & Hysell 1998) ou viviparidade histotrófica (Musick & Ellis 2005). Esse modo de reprodução é caracterizado pelo desenvolvimento de vilosidades na parede interna uterina (trofonemas), cuja secreção rica em lipídeos (“leite uterino”), transferida aos embriões oralmente e/ou por via espiracular, complementa a

nutrição intra-uterina através da haste e bolsa vitelínicas (Wourms 1981, Hamlett & Hysell 1998).

Entre as raias da família Potamotrygonidae, este modo de reprodução parece estar presente em todas as espécies, especialmente as da Bacia Amazônica, as quais são mais bem conhecidas do que os táxons com ocorrência registrada para outras áreas da América do Sul (Thorson et al. 1983, Teshima & Takeshita 1992, Lasso et al. 1997, Araújo 1998, Charvet-Almeida 2001, 2006, Charvet-Almeida et al. 2002, 2005, Rincón 2006).

Os aspectos reprodutivos das raias de água doce ainda têm sido pouco estudados e existe, portanto, pouco conhecimento disponível relacionado às características reprodutivas deste grupo (Charvet-Almeida et al. 2005).

O objetivo deste capítulo foi conhecer alguns aspectos reprodutivos das principais espécies de raias encontradas na REBIO do Parazinho visando contribuir com informações para a sua manutenção e conservação.

6.2- METODOLOGIA

No segundo ano de coleta, de março de 2012 a janeiro de 2013, as raias recapturadas tinham todos seus dados tomados novamente e eram liberadas. As raias que eram capturadas pela primeira vez passavam pelo mesmo procedimento de tomada de dados em campo e então eram anestesiadas com Eugenol, sacrificadas e dissecadas para a retirada de seu estômago e gônadas (Figura 61) que eram fixados em formalina 10% neutralizada com carbonato de cálcio. O indivíduo era então injetado e fixado em formalina 10%. Após um mínimo de 7 dias as raias eram lavadas com

água corrente e transferidas para solução conservadora de álcool 70%.



Figura 61- Procedimentos de dissecção das raias capturadas no segundo ano de amostragem na REBIO do Parazinho: a) exposição das vísceras; b) retirada das gônadas femininas; c) gônadas masculinas e d) estômago.

A classificação da maturidade sexual das fêmeas adultas e juvenis foi adaptada de Pratt & Otake (1990) que recomendam não levar em consideração apenas a morfologia dos úteros, mas também a presença de ovos ou embriões nos mesmos, pois segundo Thorson et al. (1983) a maturidade sexual ocorre em diferentes períodos de tempo entre os indivíduos. Thorson et al. (1983) também afirmam que não pode ser fixado um ponto exato no desenvolvimento das fêmeas que indique sua maturidade, mas pode ser caracterizado por um conjunto de atributos que são essenciais para completar o processo.

Os estádios de desenvolvimento dos embriões seguiram a classificação adotada por Charvet-Almeida (2006) (Tabela 23):

Tabela 23- Método para classificação dos estádios de desenvolvimento dos embriões de raias

Estádios	Características		
	Nadadeiras peitorais	Brânquias	Pigmentação
Estádio 1	Não fundidas	Externas	Ausente
Estádio 2	fundidas	Externas	Ausente
Estádio 3	fundidas	Internas	Ausente
Estádio 4	fundidas	Internas	Clara
Estádio 5	fundidas	Internas	Definida

Os embriões eram considerados a termo quando a reserva de vitelo da

vesícula vitelínica externa já havia sido totalmente absorvida ou possuía tamanho pequeno (Figura 62), associada a características morfológicas dos embriões, como movimentação ativa e morfologia completa (Charvet-Almeida 2001).

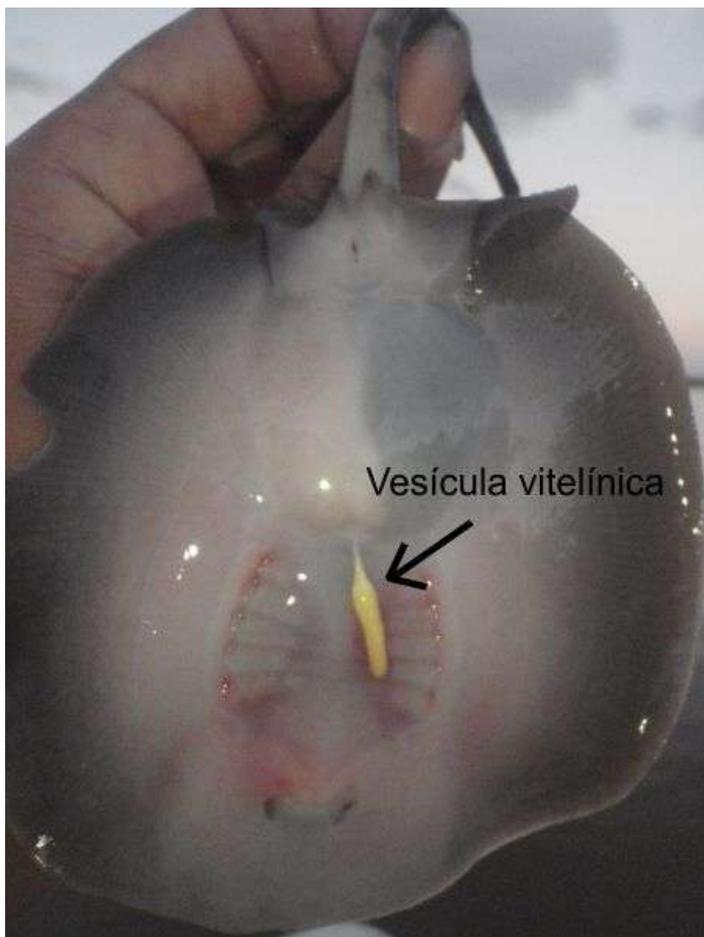


Figura 62- Exemplo de embrião abortado em estágio final de gestação (a termo) de *Potamotrygon* sp1 (Ld- 42,0 cm) coletada na REBIO do Parazinho.

Os estádios de maturação das fêmeas foram estabelecidos conforme Charvet-Almeida (2006):

- Fêmea sub-adulta: Ovário esquerdo mais desenvolvido que o direito; folículos ovarianos de tamanho reduzido, mas ainda visíveis macroscopicamente. Útero pouco irrigado de formato oval apresentando vilos de tamanho reduzido.

- Fêmea adulta: Ovário esquerdo bem irrigado; folículos ovarianos em desenvolvimento bem visíveis e geralmente em grupos de tamanho semelhante; útero em formato oval com trofonemas macroscopicamente bem visíveis.

As fêmeas adultas podem ser divididas da seguinte forma, segundo Charvet-Almeida (2006):

Fêmea adulta em vitelogênese: Ovário esquerdo bem desenvolvido e irrigado; presença de folículos ovarianos em desenvolvimento e bem desenvolvidos (Figura 63); grupos de folículos mais desenvolvidos apresenta três a quatro folículos; útero pouco irrigado e com trofonemas pouco desenvolvidos ($\cong 4\text{mm}$).

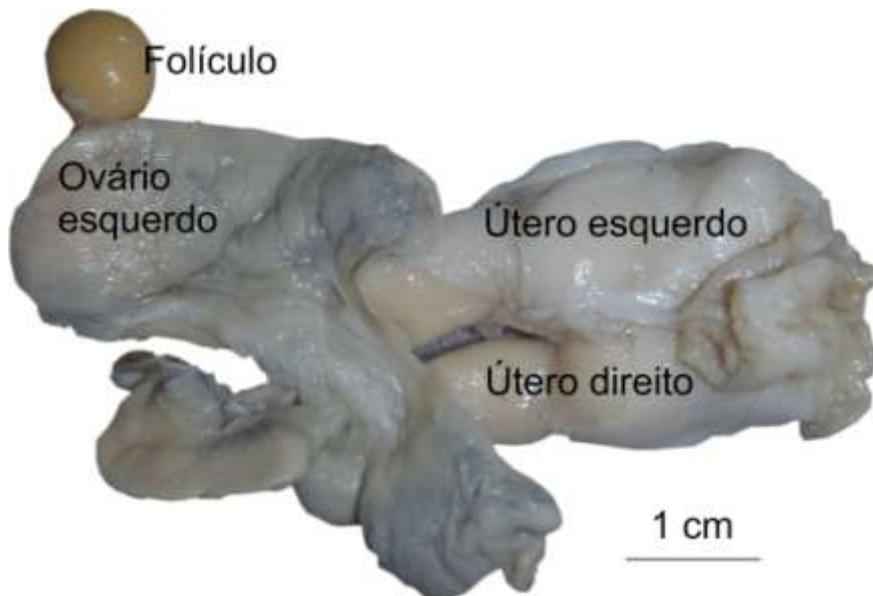


Figura 63- Exemplo de sistema reprodutivo de fêmea adulta em vitelogênese de *Potamotrygon motoro* (Ld= 25,9 cm).

Fêmea adulta grávida (Figura 64): Ovário esquerdo bem irrigado; presença de folículos ovarianos em desenvolvimento; útero (ou úteros) contendo os embriões bem desenvolvido e irrigado, com paredes distendidas,

presença de trofonemas em abundância em seu interior, trofonemas medindo entre 5,8 (início de gestação) e 14,5mm (gestação a termo).

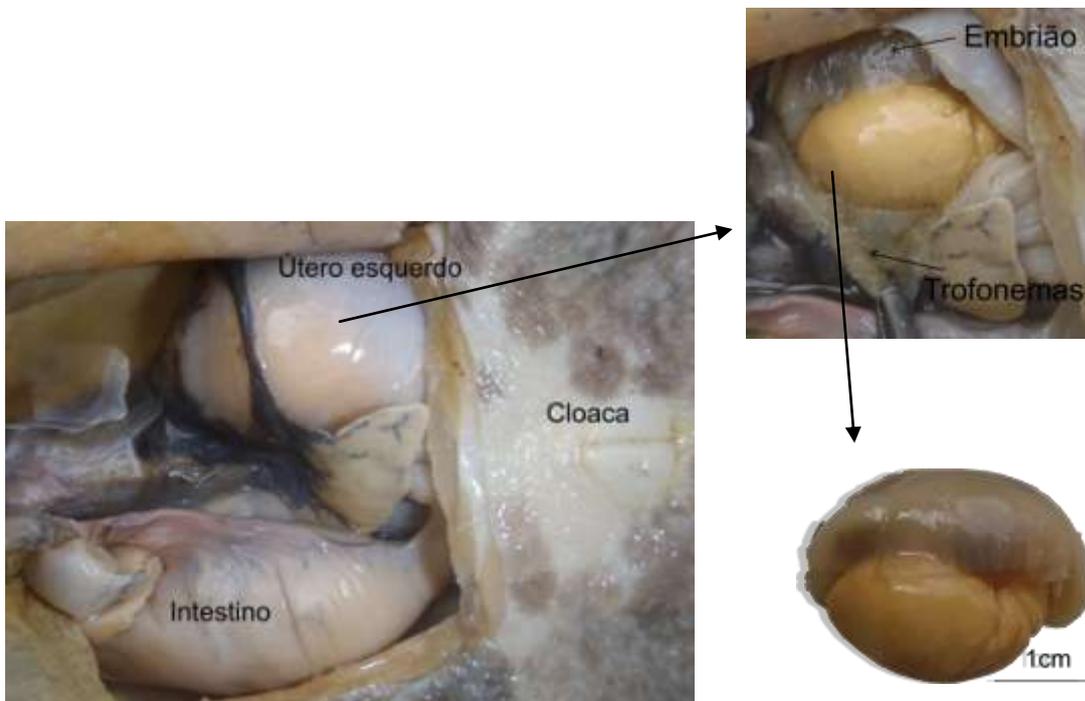


Figura 64- Exemplo sistema reprodutivo de fêmea grávida de *Potamotrygon orbignyi* (Ld= 19,2 cm) (exemplar fixado).

Fêmea adulta pós-parto ou em repouso: Ovário esquerdo bem irrigado; presença de folículos ovarianos em início de desenvolvimento ou em desenvolvimento; útero (ou úteros) vazio, mas bem desenvolvido e irrigado com paredes distendidas e presença de trofonemas bem desenvolvidos em seu interior ($\cong 10\text{mm}$) (Figura 65) em fêmeas que recém pariram, nas fêmeas em repouso, o útero encontra-se menos irrigado e mais retraído.

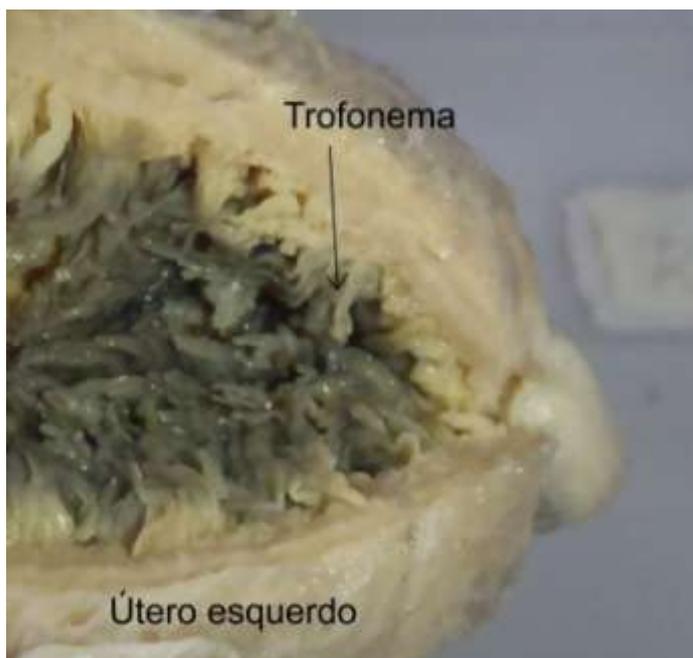


Figura 65- Detalhe de trofonema bem desenvolvido em fêmea adulta de *Potamotrygon scobina* (Ld= 57,9 cm) em repouso.

Em relação aos órgãos reprodutores dos machos, foram observados os comprimentos dos testículos direito e esquerdo, presença de sêmen na vesícula seminal, comprimento do cláster (mm), medida tomada desde a margem posterior da cloaca à ponta do cláster (Rosa 1985) e de sua porcentagem em relação a largura do disco, grau de calcificação do cláster (0= não calcificado, 1= mais ou menos calcificado e 2= bem calcificado, rígido).

A observação detalhada dos clásteres é importante, pois, segundo Silva e Goulart (2007), características macroscópicas, como tamanho e nível de consolidação da cartilagem do cláster, são critérios aplicáveis à determinação da maturidade gonadal de elasmobrânquios machos.

Os estádios de maturação dos machos adultos e sub-adultos foram estabelecidos conforme Charvet-Almeida (2006):

- Macho sub-adulto (juvenil): clásteres não calcificados ou no início de calcificação; testículos com coloração cinza amarelada; vesícula seminal com

aspecto de um tubo reto; vesículas seminais sem sêmen (Figura 66).

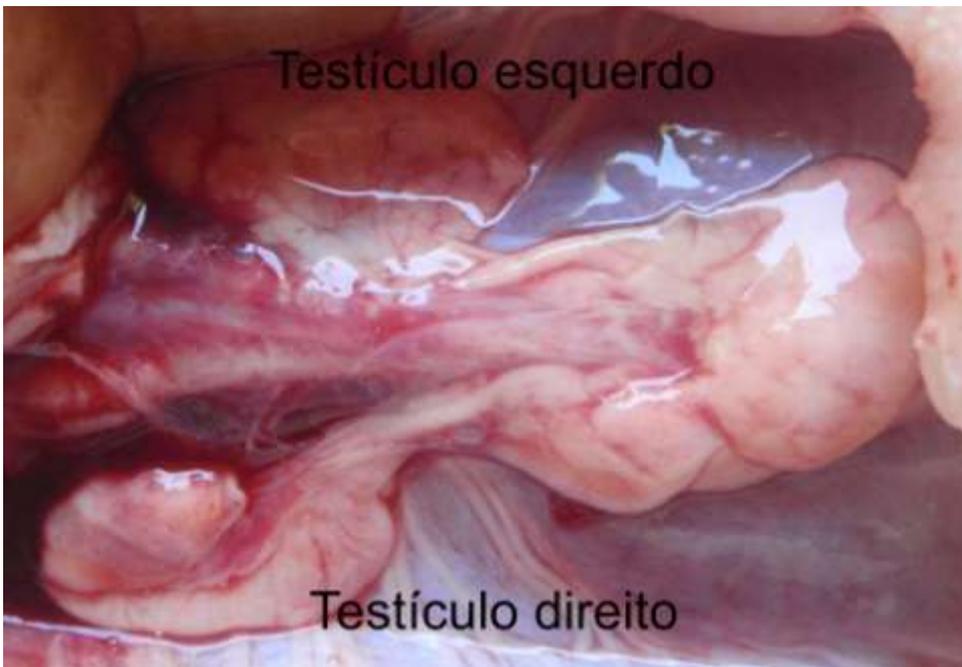


Figura 66- Detalhe de testículos de indivíduo juvenil (imaturo) de *Potamotrygon* sp1 (Ld= 19,7 cm).

- Machos adultos divididos em:

Macho adulto em início de reprodução: Cláspes no final do processo de calcificação (Figura 67); testículos apresentando coloração amarelo clara, com ampolas bem desenvolvidas, mas com pouca vascularização; vesícula seminal com 3 dobramentos com sêmen em pouca quantidade (Figura 68).



Figura 67- Detalhe de cláspes em processo de calcificação de *Potamotrygon* sp1 (Ld= 27,4 cm).

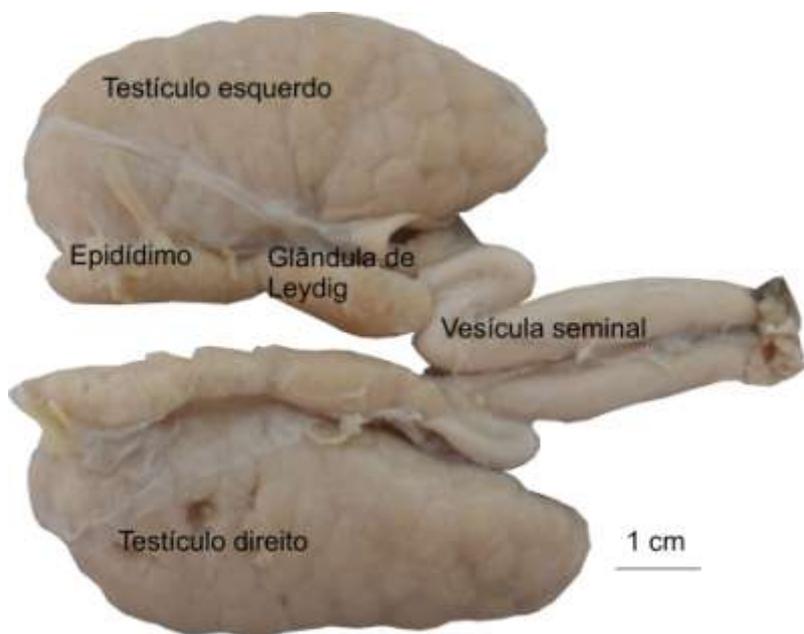


Figura 68- Sistema reprodutivo de macho em início de reprodução de *Potamotrygon* sp1 (Ld= 27,4 cm).

Macho adulto em repouso (Figura 69 e 70): Cláspes bem calcificados; testículos bem diferenciados com coloração amarelo clara e ampolas evidentes e definidas; vesícula seminal com no mínimo três dobramentos; sêmen em pouca ou razoável quantidade.

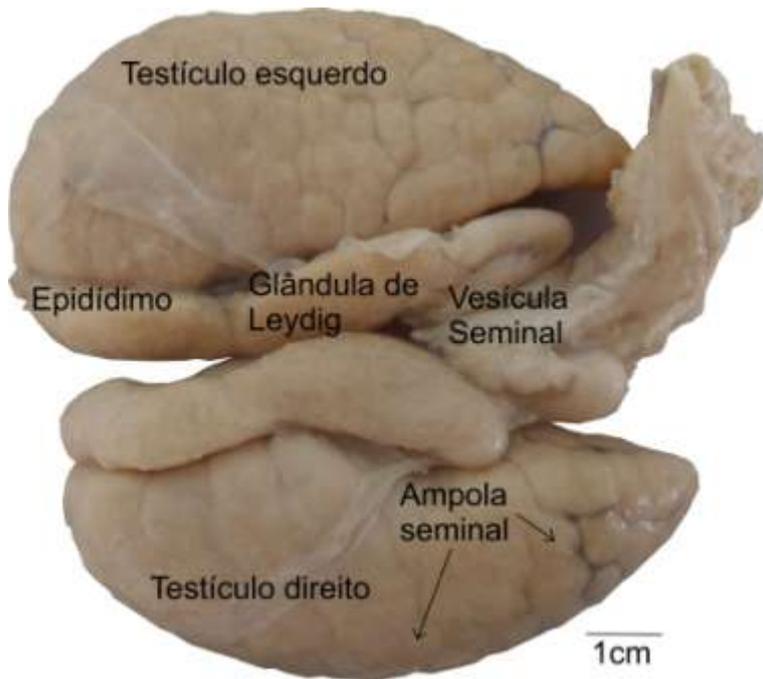


Figura 69- Exemplo de sistema reprodutivo de macho em repouso de *Potamotrygon* sp1 (Ld=32,4 cm).

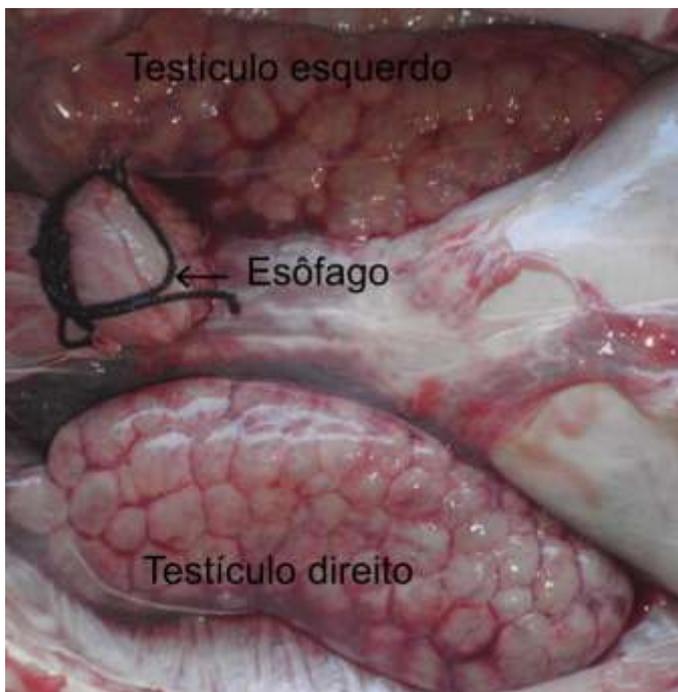


Figura 70- Detalhe dos testículos de indivíduo macho em repouso de *Potamotrygon* sp1 (Ld= 49,6 cm).

Macho adulto em atividade reprodutiva (Figura 71): Clásperes bem calcificados; testículos bem diferenciados, muito vascularizados e com

ampolas bem evidentes e definidas; testículos com coloração amarela amarronzada com ampolas bem evidentes e definidas; vesícula seminal com no mínimo três dobramentos; sêmen em abundância ou razoável quantidade.

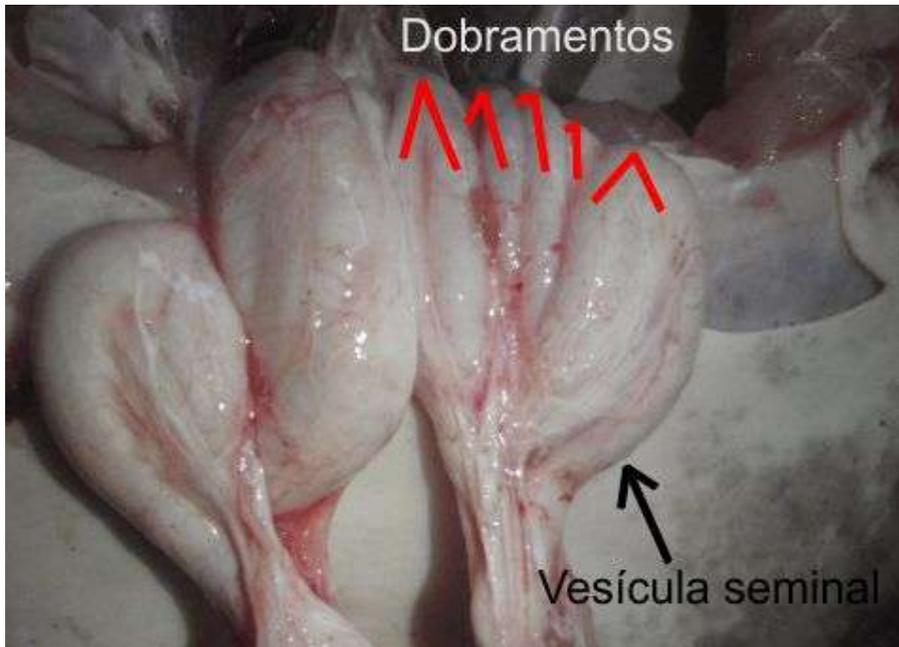


Figura 71- Detalhe de vesículas seminais e seus dobramentos de indivíduo macho em atividade reprodutiva de *Potamotrygon* sp1 (ld= 40,4cm).

Situação semelhante envolve as diferenças entre a dentição de machos maduros e machos subadultos e fêmeas observadas neste estudo, uma vez que, pelo menos entre indivíduos de *P. motoro* e *P. falkneri* procedentes da região do Alto Rio Paraná, esse acontecimento parece possuir, primariamente, relação com a reprodução desses animais e não com sua alimentação (Garrone Neto 2009). Embora machos e fêmeas de ambas as espécies apresentem variações ontogenéticas em suas táticas de caça (Garrone Neto & Sazima 2009) e nos tipos de itens ingeridos (Garrone Neto 2009, Garrone Neto & Uieda 2009), com exceção dos machos maduros, machos subadultos e fêmeas de todas as classes etárias apresentaram dentição semelhante, indicando que o formato monocuspidado dos dentes dos

machos maduros pode possuir estreita relação com períodos reprodutivos (Garrone Neto, 2010). Além disso, apesar de machos maduros não terem sido observados com dentição de repouso sexual, como observado em algumas espécies de elasmobrânquios (Pratt & Carrier 2001), variações sazonais na dentição de machos adultos podem ocorrer, demandando estudos de maior abrangência para o real conhecimento dessa situação.

6.3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1- Proporção sexual

Entre as coletas 7 e 12 foram coletadas 100 espécimes de raias, distribuídos em 6 diferentes espécies conforme a Tabela 24, que tiveram seus estádios de maturação gonadal observados. Destes, 50 eram machos e 50 fêmeas. Dentre as fêmeas, 22 se encontravam grávidas em diferentes estádios de gestação, o que será comentado adiante. Dentre os machos, 17 se encontravam em período reprodutivo. A distribuição dos espécimes reprodutivos ao longo das coletas encontra-se representada na Tabela 25 para fêmeas e machos respectivamente.

As fêmeas de *Potamotrygon* coletadas durante este trabalho apresentaram apenas o ovário esquerdo funcional, nunca apresentando o ovário direito desenvolvido ou com óvulos.

A taxocenose de raias apresentou uma proporção entre indivíduos machos e fêmeas de 1:1 como o esperado segundo Rosa et al. (2010). No

entanto, quando as espécies são analisadas separadamente, essa proporção se modifica. *Potamotrygon orbignyi* foi a única espécie que apresentou mais fêmeas que machos. *P. constellata* e *P. scobina* tiveram apenas fêmeas capturadas. Em contraposição, as demais espécies (*P. cf. dumerilii*, *P. motoro* e *P. sp1*) tiveram maiores capturas de machos.

Tabela 24- Número de machos e fêmeas de raias coletadas na REBIO do Parazinho analisados para as diferentes espécies e o do Qui-quadrado (X^2) e respectiva conclusão

Espécie	Machos	Fêmeas	Total	X^2 (p)	Resultado
<i>P. constellata</i>	0	3	3	-	
<i>P. cf. dumerilii</i>	9	8	17	0,8638	Ns
<i>P. motoro</i>	12	6	18	0,3105	Ns
<i>P. orbignyi</i>	6	9	15	0,582	Ns
<i>P. scobina</i>	0	5	5	-	
<i>P. sp1</i>	23	19	42	0,6222	Ns
Total	50	50	100	1	Ns

Tabela 25- Distribuição de fêmeas grávidas e machos maduros das espécies de raias entre as coletas realizadas na REBIO do Parazinho

Espécies		Coleta 7 Mar/12	Coleta 8 Mai/12	Coleta 9 Jul/12	Coleta 10 Set/12	Coleta 11 Nov/12	Coleta 12 Jan/13
<i>P. constellata</i>	Machos						
	Fêmeas	1	1				
<i>P. cf. dumerilii</i>	Machos	2					
	Fêmeas		1	3			
<i>P. motoro</i>	Machos	3	2			2	1
	Fêmeas			1			2
<i>P. orbignyi</i>	Machos						
	Fêmeas		1		1		1
<i>P. scobina</i>	Machos						
	Fêmeas					1	
<i>P. sp1</i>	Machos		2	2	2		1
	Fêmeas	2	1		2	1	3

A ocorrência de apenas um ovário funcional nas fêmeas de *Potamotrygon* é comum nas raias. Isso foi observado para *Potamotrygon*

motoro (Castex 1963, Achenbach & Achenbach 1976, Thorson et al. 1983, Pratt 1988), *P. brachyura* (Castex & Maciel 1965), *P. constellata* (Thorson et al. 1983), *P. orbigny* (Lasso et al. 1996), *Potamotrygon* sp. C (Araújo 1998) and *Plesiotrygon iwamae* (Charvet-Almeida 2001). Porém, Teshima & Takeshita (1992) encontraram os dois ovários funcionais em fêmeas de *P. magdalenae* coletadas na Colômbia, além de outras diferenças nestes órgãos, únicas para esta espécie.

Charvet-Almeida (2006) e Almeida (2008) afirmam que em coletas de populações amazônicas de *Paratrygon aiereba* e *Potamotrygon motoro*, as fêmeas tendem a ser mais numerosas que os machos. Garrone Neto (2010), estudando *Potamotrygon motoro* e *P. falkneri*, no alto rio Paraná também constatou maior número de fêmeas para ambas as espécies, embora a diferenças entre as proporções não tenham sido significativas. O mesmo autor observou ainda que as fêmeas apresentaram maiores tamanhos e pesos que os machos, fato também observado em espécies de potamotrigonídeos amazônicos (Lasso et al. 1997, Charvet-Almeida et al. 2005, Rincón 2006)

Teshima & Takeshita (1992) encontraram mais fêmeas que machos de *Potamotrygon magdalenae* na Colômbia, assim como fêmeas com maiores tamanhos.

Apenas um indivíduo (Figura 72) apresentou malformação ou mutilação no clássper, que normalmente ocorre devido ao manejo inadequado das raias por alguns pescadores (pesca negativa) ou por mordidas de piranhas (Serrasalimidae).

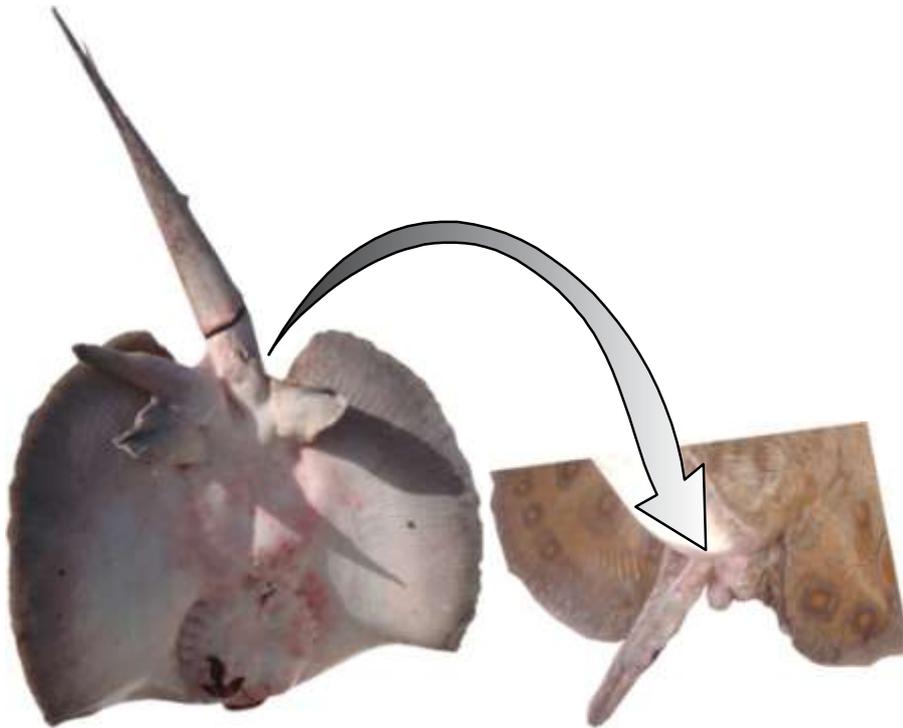


Figura 72- Espécime macho de *Potamotrygon motoro* com cláspes mutilado (detalhe) (Ld= 39,5cm)

6.3.2- Aspectos reprodutivos

Pelos dados de recaptura de alguns indivíduos foi possível observar aspectos interessantes sobre sua reprodução. Sabe-se que a captura e o manuseio dos espécimes lhes causa estresse e no caso de fêmeas grávidas, na grande maioria dos casos, as mesmas abortam o seu conteúdo uterino. Das 29 fêmeas grávidas, 20 foram observadas abortando embriões em diferentes fases de seu desenvolvimento. Três fêmeas recapturadas abortaram embriões a termo. Considerando a tendência das fêmeas grávidas abortarem durante o manuseio decorrente da captura, as fêmeas recapturadas com embriões a termo ainda não deviam estar grávidas durante a primeira captura, pois mesmo fêmeas que apresentavam ovos em seu útero abortavam durante o manuseio. Uma fêmea de *Potamotrygon motoro* foi recapturada num intervalo de 4 meses.

Uma fêmea de *P. constellata* e uma de *P. sp1* foram recapturadas num intervalo de 6 meses após sua primeira captura. Apesar dos dados serem muito escassos, um espécime para cada espécie, pode-se indicar que o período gestacional pode ter sido de no máximo 4 meses para a fêmea de *P. motoro* e de no máximo 6 meses para as outras duas fêmeas. Charvet-Almeida et al. (2005) afirmou em seu trabalho que o período gestacional das raias de água doce varia muito, podendo durar de 3 a 12 meses, fortalecendo a hipótese de que essas fêmeas podiam sim não estarem grávidas durante suas primeiras capturas.

Thorson et al. (1983) estabeleceram o tamanho em que os machos de *Potamotrygon motoro* e *P. circularis* (sinônimo de *P. constellata*) atingem a maturidade gonadal, baseando-se no tamanho relativo do cláspere (calculado como porcentagem da largura do disco) e na consolidação da sua estrutura cartilaginosa. Os autores informam que estas características podem ser facilmente observadas e medidas, sendo a melhor forma de determinação da maturidade gonadal de machos da maioria dos elasmobrânquios (Silva et al. 2007). A análise dessa proporção para os machos encontrados no segundo ano de coleta deste trabalho encontram-se demonstradas para cada espécie a seguir.

6.3.2.1- *Potamotrygon cf. dumerilii*

Foram coletados 17 espécimes de *Potamotrygon cf. dumerilii*, na razão de 1:1,1 F:M, onde o menor e o maior macho mediram 12,3 e 27,8cm de largura do disco, respectivamente, e a menor e a maior fêmea mediram 12,9 e

41,5cm de largura do disco, respectivamente.

As fêmeas capturadas ou se encontravam grávidas ou imaturas (juvenis). Dentre as grávidas, a menor apresentava largura de disco igual a 25,4cm. Da mesma forma, para os machos, ou os indivíduos se encontravam imaturos (50%) ou reprodutivos, sendo que destes um se encontrava em fase inicial de maturação. O menor macho reprodutivo encontrado apresentava largura de disco igual a 27,2cm.

A fecundidade uterina média para esta espécie foi de 1,4 embrião/ovo por fêmea, com os embriões normalmente alojados no útero esquerdo. No caso da maior fêmea capturada para esta espécie, foram encontrados três embriões abortados no momento da captura.

Dos nove machos analisados de *Potamotrygon cf. dumerilii* dois eram reprodutivos, e o restante imaturo. Analisando o comprimento do cláster com relação à largura do disco (Figura 73), nota-se uma separação nítida entre imaturos e reprodutivos, apesar do baixo número de espécimes analisados, com machos reprodutivos com largura de disco acima de 28cm e com comprimento do cláster acima de 24% da largura do disco. A análise das gônadas ainda encontrou um espécime que se encontrava em fase inicial de maturação com cláster alcançando 26% da largura do disco (indicado pela seta da Figura 73), no entanto, pela largura do disco pode-se supor que essa fase inicial de maturação, indicada pela proporção do tamanho do cláster, poderia perdurar por algum tempo até que indivíduo alcance a largura de disco esperada.

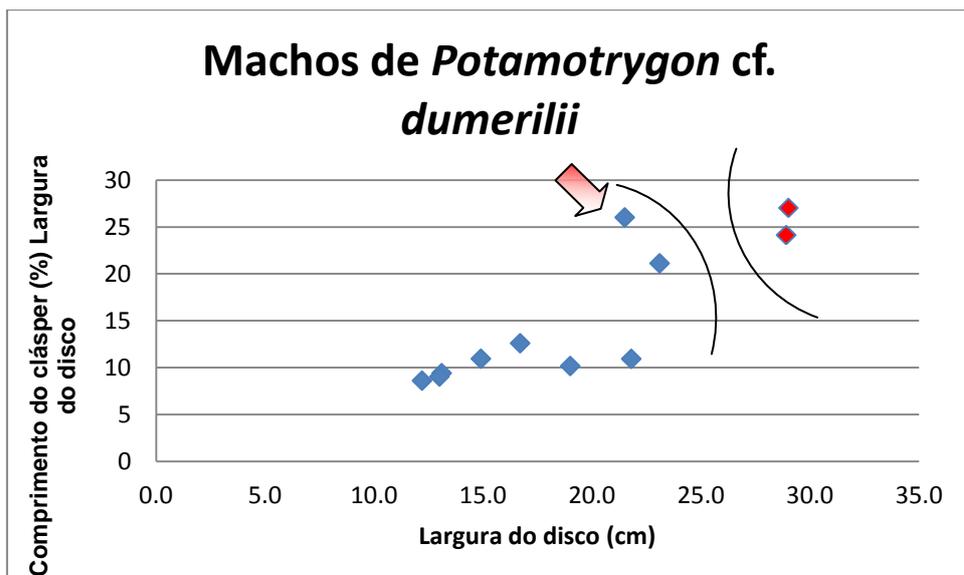


Figura 73- Dispersão da proporção do comprimento do cláspes em relação à largura do disco dos machos analisados de *Potamotrygon cf. dumerilii*, com separação entre imaturos (porção inferior) e maduros (porção superior). A seta indica indivíduo em estágio inicial de maturação.

6.3.2.2- *Potamotrygon motoro*

Foram coletados 18 espécimes de *Potamotrygon motoro*, na razão de 1:2 F:M, onde o menor e o maior macho mediram 18,4 e 44,8cm a largura do disco respectivamente e a menor e a maior fêmea mediram 25,8 e 45,4cm a largura do disco respectivamente.

As fêmeas encontradas eram todas adultas, 50% grávidas e 50% encontravam-se em estado de repouso reprodutivo.

A fecundidade uterina média observada foi de um embrião/ovo por fêmea grávida.

Dentre os machos, apenas um era imaturo, dois se encontravam em repouso reprodutivo, um em fase inicial de maturação (Ld= 26cm) que foi liberado por estar marcado e então não teve seu comprimento de cláspes tomado e o restante (8) em período reprodutivo. O menor macho capturado

maduro sexualmente apresentava largura de disco igual a 24,4cm.

Pela Figura 74 pode-se observar que após adultos, os indivíduos continuam seu crescimento de disco e o comprimento do cláspes não segue essa tendência, crescendo numa taxa menor que o restante do corpo, tendendo a ser proporcionalmente menor quanto maior o indivíduo.

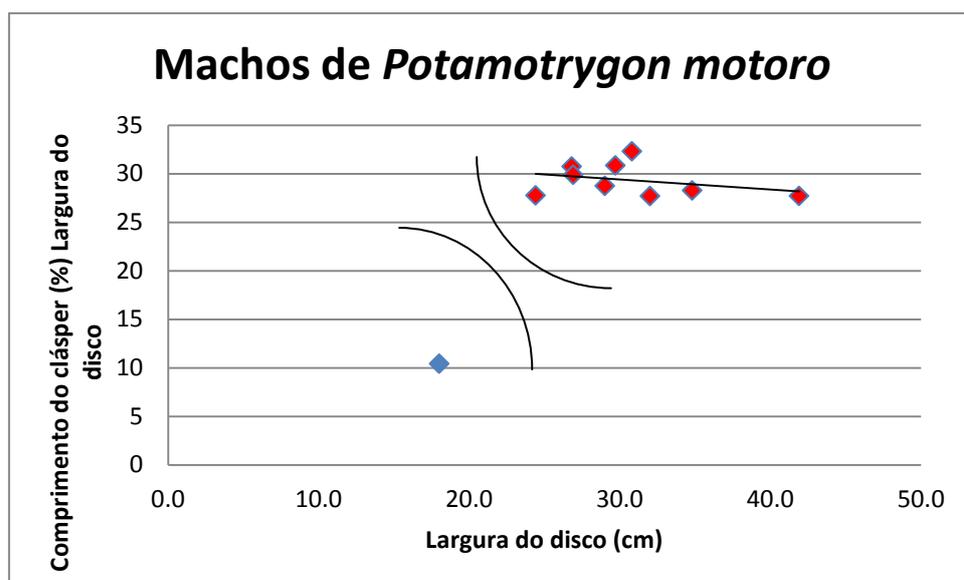


Figura 74- Dispersão da proporção do comprimento do cláspes em relação à largura do disco dos machos analisados de *Potamotrygon motoro*, com separação entre imaturos (porção inferior) e maduros (porção superior).

Para os machos de *Potamotrygon motoro*, segundo Castex (1963) *apud* Thorson et al. (1983), a maturação gonadal ocorreu em indivíduos com largura de disco de aproximadamente 31,9 cm. Thorson et al. (1983) indicam que a maturidade sexual dos machos desta espécie acontece entre 20 e 25cm e Charvet et al. (2005) indicaram 39 cm a largura de disco mínima para machos maduros de *P. motoro*. Garrone Neto (2010) encontrou o menor macho reprodutivo de *P. motoro* com largura de disco igual a 27,1 cm. Thorson et al. (1983) observaram um macho nascido em cativeiro que copulou e produziu prole com 25,5 cm de largura de disco. Silva & Goulart (2007) também

estimaram em seu trabalho que a maturação gonadal de machos de *P. motoro* deve acontecer com largura de disco entre 20 e 25 cm. O início da maturidade sexual desta espécie constatado no presente estudo seguiu o observado pela maioria dos trabalhos que tratam deste assunto, pois segundo a Figura 74, o menor macho maduro de *P. motoro* apresentava largura de disco igual a 24,4 cm e o macho imaturo encontrado era menor que 20 cm (Ld= 18cm).

6.3.2.3- *Potamotrygon orbignyi*

Foram coletados 15 espécimes de *Potamotrygon orbignyi*, na razão de 1:1,5 M:F. Nos machos, a largura do disco variou de 12,1 a 26,6cm e nas fêmeas de 10,9 e 32,8cm.

Dentre as fêmeas capturadas três estavam grávidas, cinco eram imaturas (juvenis) e uma encontrava-se em período de repouso reprodutivo (a maior fêmea). A menor fêmea grávida apresentava largura de disco igual a 19,2cm.

A fecundidade uterina observada foi de um embrião/ovo por fêmea grávida.

Dentre os machos, três eram imaturos, um encontrava-se em estágio inicial de maturação e dois eram adultos em período de repouso reprodutivo. Pela Figura 75 nota-se que não há sobreposição entre adultos e imaturos. O espécime que estava em estágio inicial de maturação apresentava largura de disco e comprimento do clássper intermediários entre os espécimes imaturos e os adultos.

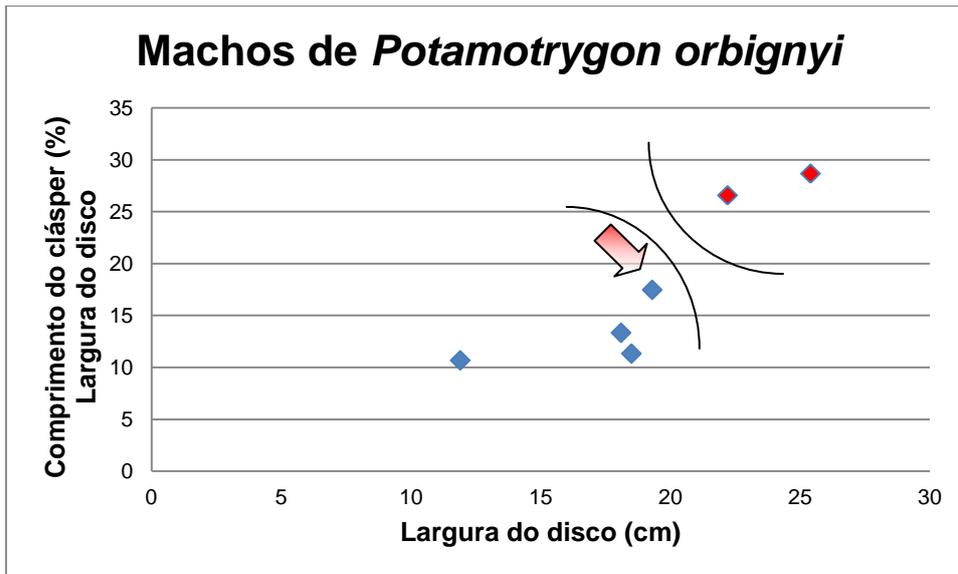


Figura 75- Dispersão da proporção do comprimento do cláspes em relação à largura do disco dos machos analisados de *Potamotrygon orbignyi*, com separação entre imaturos (porção inferior) e maduros (porção superior).). A seta indica indivíduo em estágio inicial de maturação.

Segundo Moro (2010), na bacia do rio Parnaíba a relação encontrada entre o número de machos e fêmeas em *P. orbignyi* foi de 1:1,09, similar à proporção registrada por Charvet- Almeida (2006) e Rincón (2006). Na Rebio do Parazinho foram encontradas mais fêmeas que machos, porém, essa diferença não foi estatisticamente significativa de uma proporção esperada de 1:1 segundo o Teste de Qui-Quadrado ($p= 0,582 \alpha=0,05$).

O menor macho maduro encontrado para *Potamotrygon orbignyi* apresentava largura de disco de 22,2 cm medida consideravelmente menor que o valor correspondente indicado por Charvet et al. (2005), que encontraram o menor macho maduro de *P. orbignyi* com 39 cm a largura do disco.

6.3.2.4- *Potamotrygon scobina*

Todos os 5 espécimes coletados de *Potamotrygon scobina* eram fêmeas com largura de disco variando entre 29,4 e 57,9cm. Apenas uma fêmea

estava grávida, com quatro embriões no útero, abortados durante a sua captura. A menor fêmea era imatura. As outras capturas encontravam-se em estádios de repouso reprodutivo ou em vitelogênese.

6.3.2.5- *Potamotrygon* sp1

Foram coletados 42 espécimes de *Potamotrygon* sp1, na razão de 1:1,2 F:M. Nos machos, a largura do disco variou de 8,9 a 49,6cm e nas fêmeas de 10,1 a 59,3cm.

Dentre as fêmeas capturadas, 12 estavam grávidas e o tamanho da menor fêmea grávida foi de 33,7cm quanto à sua largura do disco. Oito eram imaturas, uma em estágio de vitelogênese e uma em repouso reprodutivo.

A fecundidade uterina para esta espécie obteve um valor médio de três embriões por fêmea grávida. Pela Figura 76 pode-se observar que esta espécie apresenta tendência das fêmeas maiores produzirem mais embriões. Entretanto, devido ao baixo número amostral, essa correlação é fraca, ($R^2=0,4983$), não oferecendo segurança para essa afirmação. Aqui se abre um campo para estudos futuros que comprovem essa hipótese.

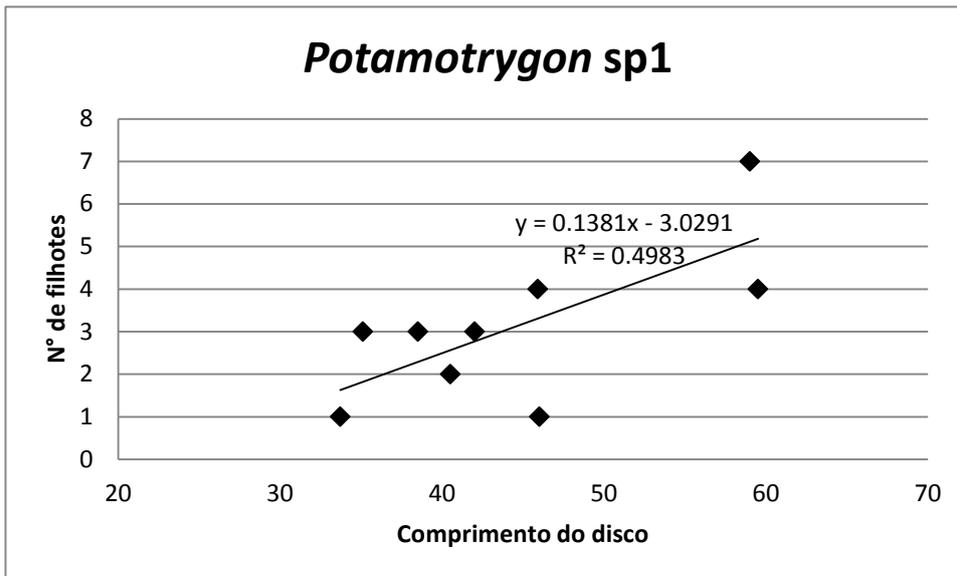


Figura 76- Número de filhotes por fêmea grávida e respectivos comprimentos de disco. A linha mostra a tendência de aumento do número de filhos com o aumento do comprimento do disco (R^2 = ajuste dos pontos).

Dos 23 machos capturados de *Potamotrygon* sp1, nove eram imaturos seis estavam em período de repouso reprodutivo, 1 em estágio inicial de maturação e sete em estágio reprodutivo. Destes últimos, o menor indivíduo observado apresentava largura de disco igual a 24,1cm. Apenas quatro dos nove espécimes imaturos capturados foram fixados e tiveram seu comprimento de cláster tomados (Figura 77). O espécime que se encontrava em estágio inicial de maturação ($L_d=26$ cm) foi liberado por estar marcado e então não teve seu comprimento de cláster medido. Para esta espécie também se observa uma nítida separação de largura de disco e comprimento proporcional do cláster entre imaturos e adultos, com o maior imaturo medindo 20cm em largura de disco e o menor adulto com 24cm.

Pela Figura 77 pode-se observar que após adultos, os indivíduos continuam seu crescimento de disco, enquanto o comprimento do cláster não segue essa tendência, crescendo numa taxa menor que o restante do corpo e se tornando proporcionalmente menor quanto maior o indivíduo, conforme

encontrado também para *Potamotrygon motoro* (Figura 74).

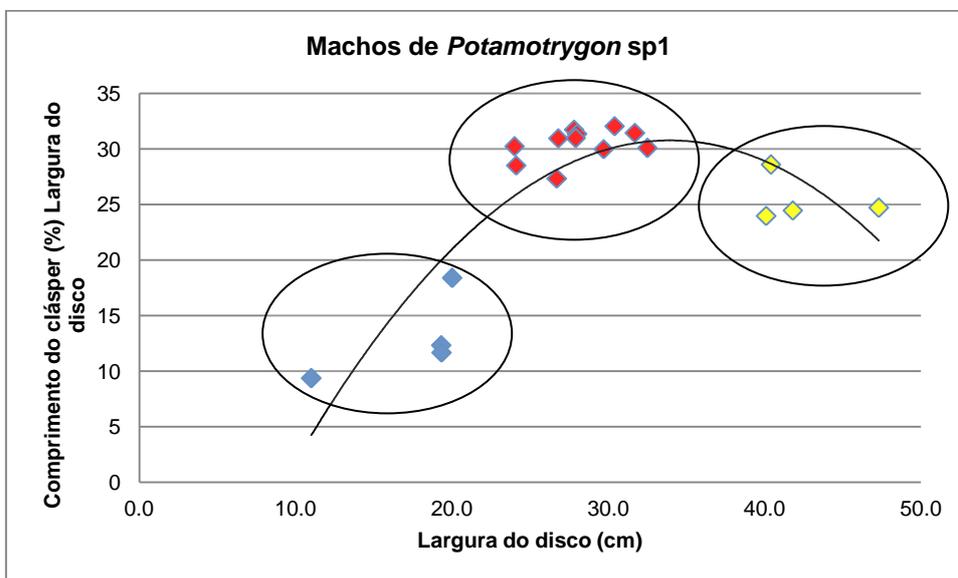


Figura 77- Dispersão da proporção do comprimento do cláspes em relação à largura do disco dos machos analisados de *Potamotrygon sp1*, com separação entre imaturos (pontos azuis), maduros (pontos vermelhos) e maduros tardios (pontos amarelos).

Garrone Neto (2010) sugere que o crescimento do cláspes apresenta características de crescimento alométrico em relação à largura do disco e que esse crescimento se intensifica após os indivíduos atingirem a maturidade sexual. Contudo, observando essa relação para os espécimes de *Potamotrygon motoro* e *P. sp1* encontrados no presente estudo, indicada pelas linhas de tendência nas Figuras 74 e 77 verifica-se que essa taxa de crescimento diminui após sua maturidade sexual. É razoável supor que exista um tamanho máximo de cláspes viável para que a cópula aconteça, determinado pelo tamanho da abertura urogenital das fêmeas. Caso o crescimento dos cláspes fosse contínuo, machos muito grandes não poderiam copular com fêmeas jovens, pois seus cláspes seriam demasiadamente grandes.

Essa tendência é demonstrada mais claramente em *P. sp1*, que permite subdividir os indivíduos analisados em três grupos: imaturos, maduros e maduros tardios, cada um com comportamento diferenciado quanto às dimensões do cláster em relação à largura do disco (Figura 77):

- a) Imaturos: cláster em pronunciado processo de crescimento, superior ao crescimento do disco (tendência ascendente da correlação) ($11 \leq Ld \leq 20$ cm);
- b) Maduros: crescimento de cláster estabilizado, em razão proporcional ao crescimento do disco (tendência horizontal) ($24 \leq Ld \leq 32,5$ cm);
- c) Maduros tardios: crescimento do cláster não acompanha mais o do disco (tendência descendente) ($40,1 \leq Ld \leq 47,3$ cm).

Teshima & Takeshita (1992) fizeram observações semelhantes às de Garrone Neto (2010) ao estudarem a reprodução de *P. magdalenae*, uma raia com ocorrência restrita à Colômbia. Os autores notaram um rápido crescimento dos clásteres em machos com largura de disco entre 12,0 e 15,0 cm e um ligeiro aumento do tamanho desses órgãos em indivíduos com Ld entre 17,0 e 19,0 cm, associando esse último fenômeno ao alcance da maturidade sexual na espécie.

6.3.3- Período reprodutivo

A maioria dos rios amazônicos apresenta um regime hidrológico bem definido (Goulding, 1980) e por habitarem esses ambientes, é muito provável que as raias de água doce tenham tido que adaptar seus ciclos de vida a esse

regime. Alguns autores têm sugerido que o ciclo reprodutivo dos potamotrigonídeos apresenta períodos claramente definidos para cada etapa, como maturação gonadal, cópula, gestação e nascimento (Castex 1963 a, b, Castex & Maciel 1965, Achenbach & Achenbach 1976). (Charvet-Almeida et al. 2005). Lasso et al. (1976) e Araújo (1998) mostraram que havia um forte relacionamento entre os potamotrigonídeos estudados e o ciclo hidrológico regional. Charvet-Almeida (2001) indicou que o ciclo de *Plesiotrygon iwamae* provavelmente era afetado por leves mudanças na salinidade ocorridas em sua área de estudo (Arquipélago de Marajó). Thorson et al. (1983) notaram que em cativeiro a atividade reprodutiva de *P. motoro* estava relacionada com as mudanças da temperatura da água, com baixas temperaturas estimulando a atividade reprodutiva.

Os machos reprodutivos de *Potamotrygon* cf. *dumerilii* foram capturados na coleta anterior às que foram capturadas as fêmeas grávidas. O mesmo aconteceu para *P. motoro* e com alguma sobreposição em *P. sp1*. Pela tabela 25, pode-se observar que *P. cf. dumerilii*, *P. constellata* e *P. scobina* apresentaram apenas um período reprodutivo ao longo do ano, enquanto que para *P. motoro* e *P. sp1* apresentaram dois períodos reprodutivos. Ainda pelas tabelas observa-se que os períodos reprodutivos de *P. sp1* são mais longos que os períodos de *P. motoro*.

Pela ocorrência de fêmeas grávidas (Tabela 25) pode-se afirmar que as espécies apresentam atividade reprodutiva em períodos subsequentes com alguma sobreposição entre esses períodos. Pode-se observar também que as espécies de raias da área amostrada apresenta atividade reprodutiva durante todo o ano, demonstrando a importância da Reserva para a conservação do

grupo.

Pela tabela 25 é possível afirmar que as espécies apresentam alguma diferenciação em seus períodos reprodutivos, mas são diferenças interespecíficas e que não estão relacionadas ao período hidrológico do rio Amazonas, pois são encontradas fêmeas grávidas e machos reprodutivos durante todo o ano. No entanto, alguns padrões podem ser propostos com relação à ocorrência de fêmeas grávidas. Para *Potamotrygon orbignyi* foram encontradas fêmeas grávidas com intervalos de quatro meses, independente da fase do ciclo hidrológico (época de cheia = inverno, época de estiagem = verão). As fêmeas de *P. constellata* foram encontradas grávidas apenas durante o inverno. *P. motoro* aparentemente sincroniza seu período reprodutivo com o ciclo hidrológico, de forma que as fêmeas grávidas dessa espécie foram capturadas em dois períodos do ano, no final e no início do período das chuvas. De todas as fêmeas de *P. scobina*, só foi encontrada uma grávida, durante o verão. Diferentemente das demais, *P. sp1* se reproduziu durante todo o ano mostrando seu caráter generalista, que como *P. orbignyi*, se reproduz independentemente das características do ciclo hidrológico.

A espécie *Potamotrygon sp1* apresenta sobreposição de períodos reprodutivos com todas as espécies amostradas. Posteriormente será discutida quanto à possibilidade de geração de indivíduos híbridos.

Garrone Neto (2010) observou para *Potamotrygon motoro* comportamento de cópula semelhante ao registrado para algumas espécies de raias marinhas, onde os machos costumam desferir mordidas no dorso das fêmeas, a fim de obter apoio para a inserção dos cláspes (Brockmann 1975, Chapman et al. 2003).

A observação das cicatrizes deixadas pelas mordidas dos machos nos permite inferir sobre possíveis períodos de cópula, já que correspondem a evidências de tentativas de acasalamento (Klimley 1980, Gordon 1993, Pratt Jr. & Carrier 2001). Durante as amostragens realizadas foi possível coletar 10 fêmeas com marcas deixadas pelas mordidas de machos na maioria dos períodos amostrais. As que foram coletadas no primeiro ano de amostragem não tiveram seu estágio de maturação gonadal examinado. Porém, três foram coletadas no segundo ano de amostragem e foram dissecadas. Tratavam-se de duas fêmeas de *Potamotrygon* sp1. (Ld=59,5 e 35,2 cm) e de *P. motoro* (Ld= 38,7 cm) (Figura 78) e destas, duas tinham ovos em seus úteros e a menor fêmea se encontrava em estágio de vitelogênese.



Figura 78- Fêmea de *Potamotrygon motoro* (Ld= 38,7 cm) com marcas de mordidas no disco.

6.3.4- Embriões

Durante as 12 amostragens foram observados 47 embriões provenientes de 23 fêmeas grávidas, gerando então, uma média de dois

embriões por fêmea, tendo sido encontrado fêmeas com no mínimo um e no máximo sete embriões.

Os embriões encontrados foram classificados segundo a tabela 19 e sua distribuição total encontra-se representada na Figura 79.

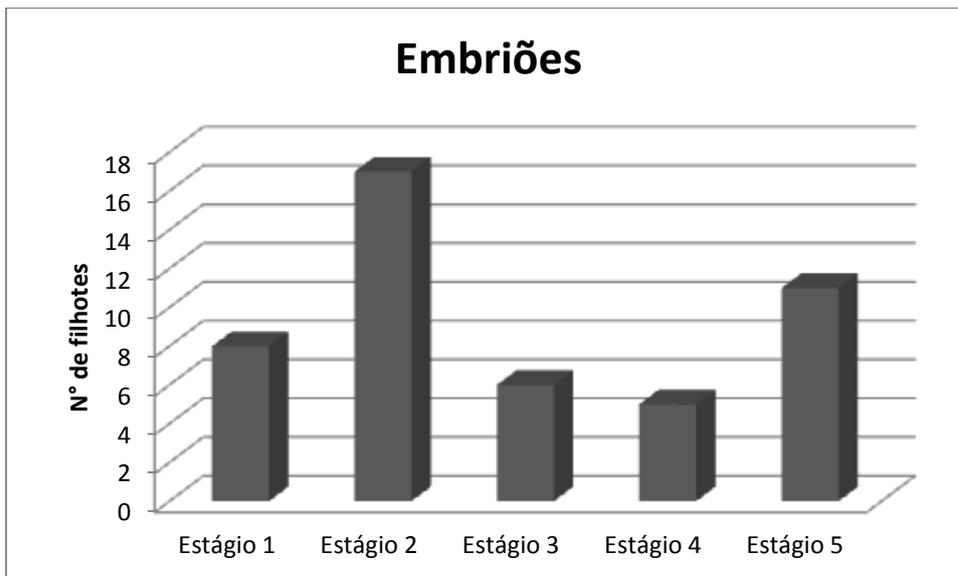


Figura 79- Distribuição dos estádios de embriões encontrados nas fêmeas grávidas de raias em todas as amostragens realizadas na REBIO do Parazinho.

Pela figura 80, pode-se observar que em todas as coletas realizadas foram encontradas fêmeas grávidas com embriões nos diferentes estágios de desenvolvimento, independente da espécie, mostrando que a REBIO do Parazinho é utilizada pela taxocenose de raias de água doce durante todo o ano para fins reprodutivos.

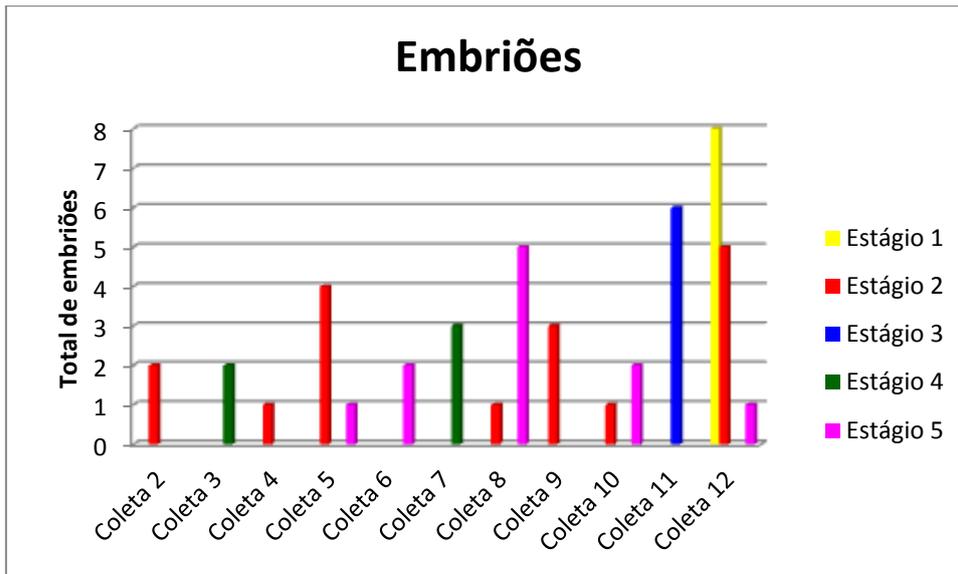


Figura 80- Distribuição dos estádios de embriões encontrados em fêmeas grávidas ao longo das coletas realizadas na REBIO do Parazinho.

Apesar de as raias estudadas apresentarem apenas o ovário esquerdo funcional, ambos os úteros estavam aptos a desenvolverem embriões. Quanto ao número de embriões encontrados nestes, foi verificada uma média de 2 embriões/ovos por fêmea, pois o número de ovos encontrados dentro dos úteros também foi considerado nesta análise. Thorson et al. (1983) indicaram uma média de 6 a 7 embriões para *Potamotrygon motoro*, enquanto Achenbach & Achenbach (1976) encontraram entre 9 a 15 embriões para a mesma espécie. Winemiller and Taphorn (1989) encontrou dois embriões para *P. orbignyi* e Lasso et al. (1996) encontrou apenas um embrião para a mesma espécie. Outras espécies já tiveram também seus números de embriões registrados, porém sem comparações com outros autores, como 4 a 11 embriões para *P. constellata* por Thorson et al (1983), 1 embrião por útero para *P. magdalenae* por Teshima & Takeshita (1992). Charvet-Almeida et al. (2005) indicaram a fecundidade uterina para diversas espécies e encontraram valores diferentes dos já citados, tendo verificado até 16 embriões por fêmea em *P. scobina*.

Convém salientar que as raias de água doce, quando submetidas a situações de estresse, como captura ou manuseio, costumam abortar embriões e por isso o número destes encontrados nas raias após sua captura, principalmente através de espinhéis, pode não corresponder à fecundidade real. Isso foi evidenciado durante as coletas realizadas, quando uma fêmea de *Potamotrygon* sp1 capturada por espinhel abortou um embrião a termo (Figura 81). Quando a mesma foi submetida à dissecação, ainda havia outros dois embriões, também a termo, em seu útero. Em decorrência desse fato, apenas foi calculado o número de embriões observados, mas esse número poderia ser maior, pois outros embriões poderiam ter sido abortados antes da chegada da equipe para a vistoria do espinhel.

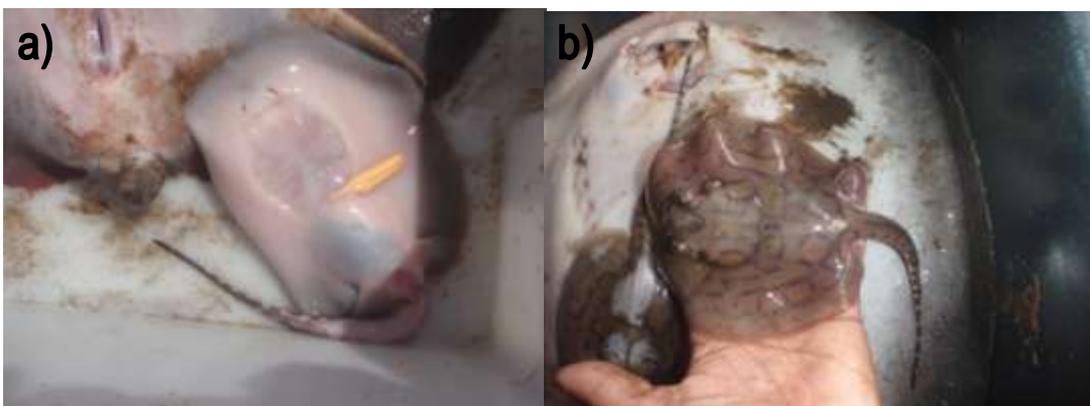


Figura 81- Embrião abortado a termo de *Potamotrygon* sp1. (Ld= 35,1 cm) durante a captura (a) e embriões retirados durante a sua dissecação (b).

6.3.5- Padrões de colorido de juvenis

A partir dos dados coletados através de embriões abortados a termo e da recaptura de alguns indivíduos, foi possível acompanhar sequências ontogenéticas de padrões de colorido apresentado por algumas espécies.

A Figura 82 mostra a evolução no padrão de colorido de *Potamotrygon* sp1 através de um espécime coletado jovem e recapturado após um ano.

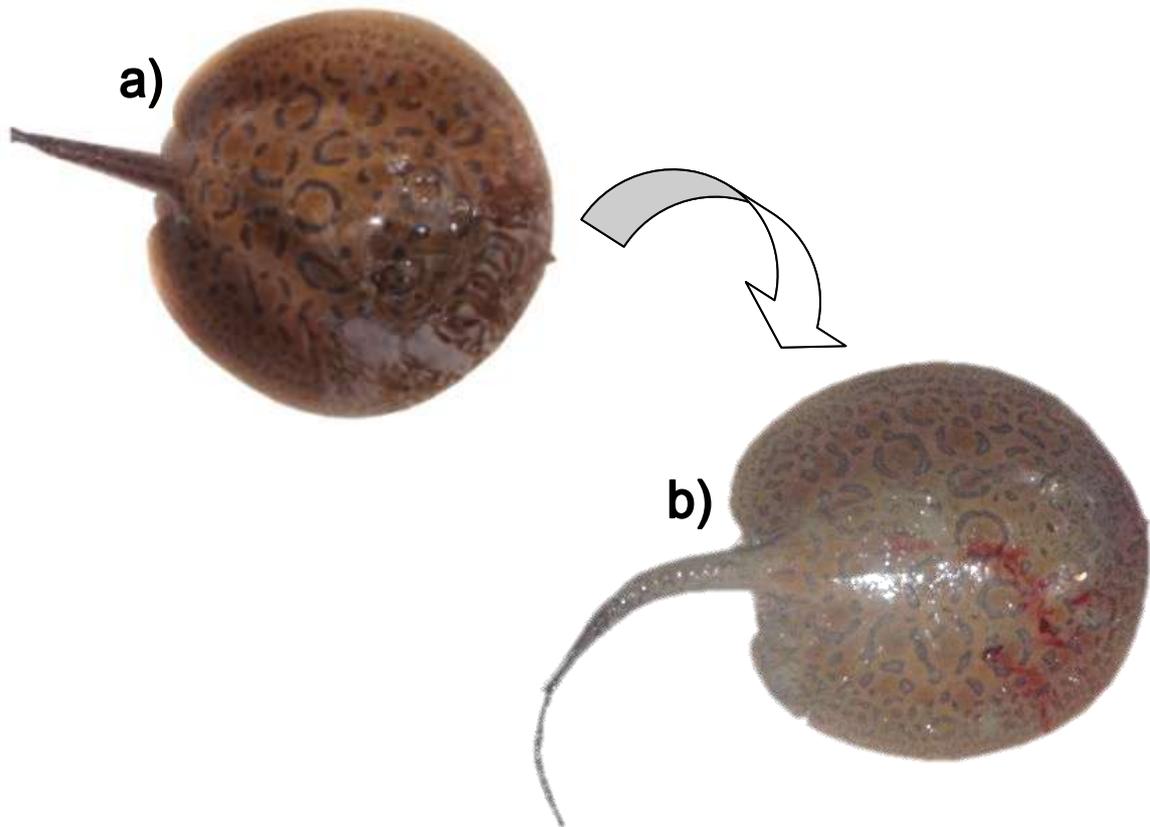


Figura 82- Evolução do padrão de colorido de um indivíduo de *Potamotrygon* sp1 com o intervalo de 1 ano (a- Id=10,4cm (março/2011) e b- Id= 16,1cm (março/2012)).

A espécie *Potamotrygon* sp1 apresenta diferentes padrões de coloração conforme é mostrado na Figura 31. Esses diferentes padrões podem ser percebidos numa mesma prole, desde seu estágio embrionário. A Figura 83 mostra uma prole de três embriões de uma mesma fêmea com diferenças marcantes entre si quanto ao seu padrão de colorido.

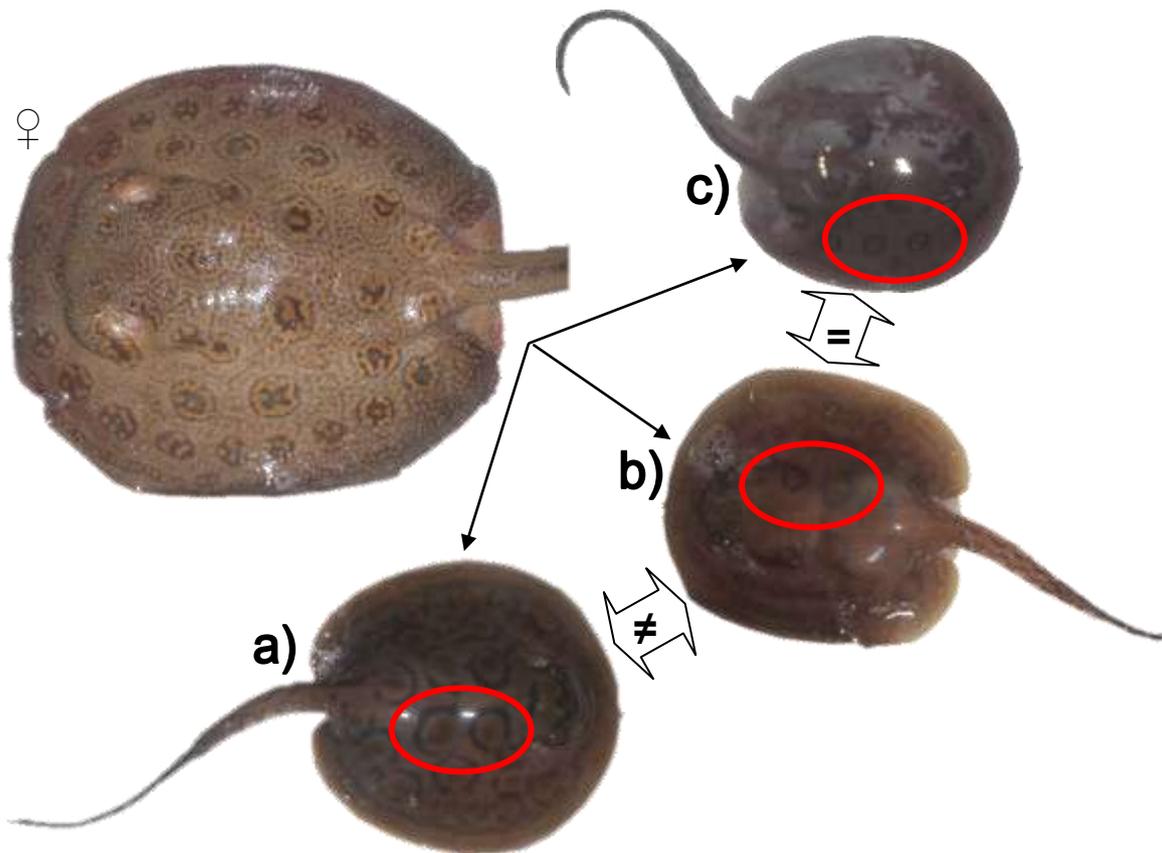


Figura 83- Diferenças nos padrões de colorido dorsal de uma prole de uma fêmea de *Potamotrygon* sp1 (ld= 42,0cm); a) 10,1cm; b) 10,1cm; c) 10,1cm.

Observando o espécime a) da Figura 82 e comparando-se ao espécime a) da Figura 83, nota-se que os dois apresentam o mesmo padrão de colorido dorsal, que no entanto, não corresponde ao padrão exibido pela fêmea progenitora na Figura 83. Isso pode indicar que o padrão de colorido da prole seja determinado pelo macho e que no caso da figura 83, os filhotes foram gerados por cruzamentos múltiplos com diferentes machos, nesse caso, ao menos dois.

Alguns espécimes, quando recapturados, mostraram que seus padrões de colorido não se modificaram, conforme pode ser observado na Figura 84.



Figura 84- Exemplo de *Potamotrygon orbignyi* com diferença de 1 ano entre as capturas (Id= 10,4 e 15,2cm respectivamente).

Alguns indivíduos fêmeas tiveram embriões com padrões muito diferentes do padrão materno, como pode ser observado pela Figura 85 e 86.

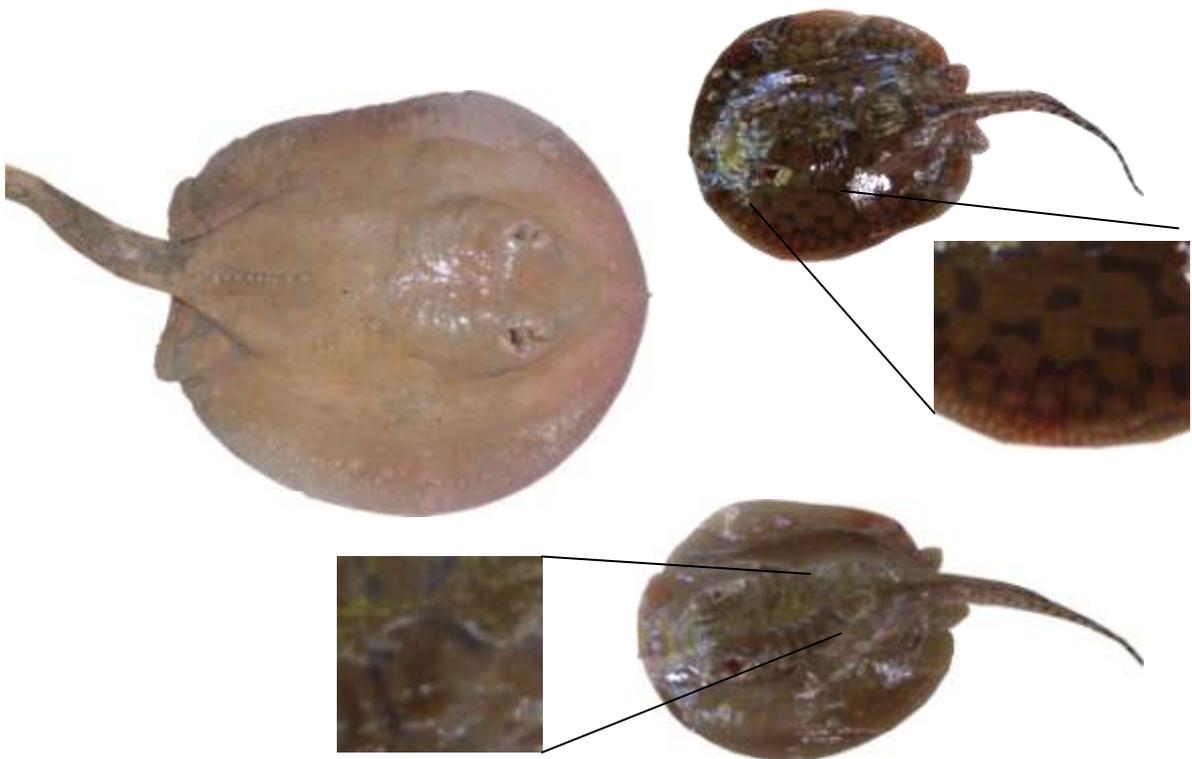


Figura 85- Exemplo de prole de *Potamotrygon motoro* (Id= 29,8cm) apresentando padrões de colorido dorsal diferentes da progenitora.



Figura 86- Exemplo de diferença do padrão de colorido dorsal entre a progenitora *Potamotrygon constellata* (ld- 39,9cm) e seu filhote (ld= 10,1cm).

Pela tabela 25 pode-se observar que a espécie *Potamotrygon* sp1 apresenta sobreposição de período reprodutivo com relação às outras espécies. Entretanto, não foi observado sobreposição de padrão interespecífico entre as fêmeas dessa espécie. As diferenças de padrões observados entre as fêmeas de *P.* sp1 e sua prole correspondem aos diferentes padrões intraespecíficos ocorrentes nessa espécie o que pode indicar que o padrão de colorido desta espécie é determinado por genes masculinos.

Ainda pela tabela 25, também se observa, apesar da pequena quantidade de dados, que existe sobreposição de períodos reprodutivos entre as fêmeas de *Potamotrygon constellata* e *P.* cf. *dumerilii* e entre as fêmeas de *P. motoro* e *P.* cf. *dumerilii*. Da mesma forma observa-se sobreposição de períodos reprodutivos de machos de *P. motoro* e *P.* cf. *dumerilii*. Considerando que alguns autores sugerem que os potamotrigonídeos costumam hibridizar em ambiente natural (Achenbach & Achenbach 1976) e ainda que Lasso (1985) sugere que essa hibridização pode explicar o enorme policromatismo no grupo, essa sobreposição de períodos reprodutivos entre as espécies pode explicar o observado nas figuras 85 e 86 que mostra fêmeas de *P. constellata* e *P. motoro*

gerando filhotes com padrões de colorido correspondente ao padrão de *P. cf. dumerilii*.

Em cativeiro, híbridos férteis acontecem tanto acidentalmente quanto propositalmente; padrões de coloração valiosos são obtidos por hibridização, principalmente em fazendas de criação asiáticas. Surpreendentemente, os descendentes gerados constituem híbridos férteis que são acasalados com seus progenitores para se conseguir padrões cada vez mais valiosos (Shivji 2010). Essa facilidade na hibridização pode explicar a grande dificuldade na determinação das espécies para fins sistemáticos.

Uma prole híbrida tem sido registrada entre raias de água doce do gênero *Potamotrygon* (Toffoli et al. 2008), embora isso ainda não tenha sido avaliado através de marcadores de DNA (Dudgeon 2012).

O primeiro tubarão naturalmente híbrido foi identificado devido a uma incompatibilidade entre a morfologia e a sequência de DNA mitocondrial diagnóstica no gênero *Carcharhinus* (Morgan et al. 2012). As evidências de hibridizações realçam a necessidade de uma abordagem holística para a identificação das espécies utilizando tanto a morfologia quanto a genética, uma vez que animais híbridos não podem ser identificados apenas a partir de herança materna.

Taniuchi & Ishihara (1990) analisaram a estrutura dos cláspers de *Potamotrygon*, *Paratrygon* e *Plesiotrygon* e concluíram que não existem diferenças significativas entre a morfologia dos cláspers dos três gêneros. Se não existem diferenças entre os gêneros da família, essa diferença também não deve ocorrer entre as espécies, pois os autores examinaram os cláspers de *Potamotrygon motoro* e *P. orbignyi* e também não encontraram diferenças

entre eles. Nesse caso, a possibilidade de hibridização aumenta caso não haja nenhuma outra forma de impedimento de cópula, seja por reconhecimento visual, que no caso da área de estudo não seria limitante devido à alta turbidez da água, ou por reconhecimento comportamental, cuja verificação é impossível na área de estudo pela impossibilidade de visualização.

Garrone Neto et al. (2007) também indicaram a possibilidade da ocorrência de indivíduos híbridos na região do Alto rio Paraná entre *Potamotrygon motoro* e *P. falkneri* pela dificuldade em identificar alguns espécimes com grande variação nos padrões de colorido dorsal.

Como observado na Tabela 25, os períodos reprodutivos de algumas espécies se sobrepõem e provavelmente isso seria suficiente para o cruzamento interespecífico, visto que morfologicamente as espécies são muito semelhantes e não existem diferenças significativas entre os seus cláspers (Taniuchi & Ishihara 1990) que impossibilitassem a cópula.

Capítulo 7- Uso do habitat e padrões de movimentação na taxocenose de raias

7.1- INTRODUÇÃO

Por apresentarem conjuntos de espécies pertencentes a uma mesma linhagem e, portanto, com pelo menos parte da história evolutiva em comum, taxocenoses podem fornecer informações valiosas sobre as diferentes formas pelas quais distintas espécies respondem a fatores ecológicos (bióticos e abióticos; ver Cadle & Greene 1993). Neste sentido, estudos com taxocenoses de vertebrados apresentam grande potencial para a compreensão dos fatores ecológicos e históricos envolvidos na formação das comunidades atuais (Hartmann et al. 2009).

Estudos sobre padrões de movimentação, distribuição espacial, atividade e uso de habitat de peixes, associados com a descrição das características das áreas ocupadas, têm sido usados como tópicos centrais de pesquisas ecológicas, incluindo partição de recursos, organização de comunidades, ecomorfologia e forrageamento ótimo (Anderson et al. 1989, Rincón 1999).

Estudos populacionais são importantes para conservação; para tanto é necessário conhecer a distribuição espacial da espécie, o que significa que dentro de certos limites geográficos, os indivíduos ocupam habitats com características adequadas e sua abundância depende diretamente da disponibilidade de recursos e presença de predadores. Sendo assim, é

necessário saber como a população local é formada para compreender a ocupação da espécie em um determinado local (Ricklefs 1996).

O conhecimento dos hábitos dos peixes na natureza e sua preferência por tipos particulares de ambientes têm também sido usados para identificar e proteger habitats específicos para suportar ações de manejo e conservação de espécies em diferentes partes do mundo (Steimle & Zetlin 2000, Simpfendorfer & Heupel 2004, Aguiar et al. 2009). O manejo eficaz de espécies depende da delimitação do local de vida e o tamanho das populações e estabelecer medidas de base para medir as mudanças futuras. Determinar se uma população está aumentando ou diminuindo pode ser um subsídio para a tomada de decisão com relação ao manejo ou gestão de Unidade de Conservação. O monitoramento de espécies crípticas, como as raias é particularmente difícil porque apenas uma pequena parcela da população pode ser detectada em um levantamento. Além disso, indivíduos são difíceis de distinguir, devido à sua raridade, a distribuição desigual, seu comportamento bentônico e a dificuldade em identificar espécies. A obtenção de medidas de base de distribuição e abundância não é, portanto, simples. Marcação e recaptura são técnicas úteis para toda a população, cujos indivíduos podem ser marcados individualmente, e são particularmente úteis para as populações onde os animais não podem ser consistentemente encontrados (Pryde 2003). Tais estudos permitem estimar os parâmetros populacionais após a captura e marcação de uma parte da população, liberando-os, e reamostrando-os em uma ou mais ocasiões. Estudos de marcação e recaptura podem ser usados em populações fechadas e abertas.

A ilha do Parazinho, enquanto unidade de conservação depende do

conhecimento das populações da fauna aquática para apoiar a tomada de decisões para a gestão da área. O objetivo deste capítulo é mostrar quais os padrões de utilização da ilha pelas populações residentes de raias de água doce, quanto às suas preferências de áreas e movimentação das espécies e indivíduos.

7.2- METODOLOGIA

As informações acerca das capturas dos indivíduos de Potamotrygonidae, incluindo o número de capturas, recapturas, indivíduos inicialmente marcados e número de indivíduos liberados foram usadas para determinar o tamanho da taxocenose de raias.

Para estimar o número máximo de espécies possíveis na área de estudo foi utilizado o programa PAST (Versão 2.16) para calcular a curva de rarefação de espécies ao longo das coletas realizadas (Figura 18).

O método Jolly-Seber foi usado para estimar o tamanho populacional (neste caso o tamanho da taxocenose, correspondente ao somatório dos contingentes populacionais de todas as espécies encontradas), bem como calcular a sobrevivência baseado nos dados agrupados de todas as coletas (Krebs 1989). Para tal considerou-se apenas o primeiro ano de amostragem (Coletas 1 a 6) quando ainda não haviam sido iniciados os procedimentos de estudo das gônadas e dos conteúdos estomacais, implicando em sacrifício dos animais e sua conseqüente retirada da população. Considerou-se o pressuposto de que as populações são abertas ao invés de fechadas. Neste

trabalho, devido à baixa representatividade amostral de cada espécie, inviabilizando matematicamente as análises, os dados referentes à abundância, marcação e recaptura de cada espécie de raia foram agrupados para se analisar o tamanho da taxocenose das raias.

Apesar de não ter sido testada, assumiu-se a igual capturabilidade entre indivíduos marcados e não marcados. Isso se justifica, considerando que os petrechos de coleta eram colocados sempre nos mesmos locais durante as coletas e pela observação de que, em coletas subseqüentes, quando indivíduos marcados eram recapturados, não apresentavam marcas da captura anterior, demonstrando que o processo de captura por espinhel era de baixo impacto para os indivíduos.

Os pressupostos assumidos para o uso do método de Jolly-Seber foram:

- Cada indivíduo tem a mesma probabilidade de ser capturado em todas as amostras, sendo ele marcado ou não;
- Cada indivíduo marcado tem a mesma probabilidade de sobrevivência entre a coleta de sua captura e as subseqüentes;
- Os indivíduos não perdem suas marcas e elas são facilmente reconhecidas no momento da captura;
- O tempo de amostragem é irrelevante com relação ao tempo entre as amostragens.

Os cálculos de estimativas populacionais seguem o seguinte modelo:

$$\hat{\alpha}_t = \frac{m_{t+1}}{n_{t+1}} \quad \hat{M}_t = \frac{(s_{t+1})Z_t}{R_{t+1}} + m_t \quad \hat{N}_t = \frac{\hat{M}_t}{\hat{\alpha}_t}$$

Onde:

m_t = Número de animais marcados capturados na amostra t .

u_t = Número de animais não marcados capturados na amostra t .

n_t = Número total de animais capturados na amostra $t = m_t + u_t$.

s_t = Número total de animais soltos após a amostra $t = (n_t - \text{mortes acidentais ou remoções})$.

m_{rt} = Número de animais marcados capturados na amostra t capturados na amostra r .

R_t = Número de s_t animais soltos na amostra t e capturados novamente em alguma amostra posterior.

Z_t = Número de indivíduos marcados antes da amostra t , não capturados na amostra t , mas capturados em alguma amostra após a amostra t .

Para testar a possível preferência de cada espécie pelos pontos amostrados ao longo da ilha foi utilizado o teste exato de Fisher (Programa R versão 3.0.0) considerando os espécimes capturados apenas através dos espinhéis e eliminando as recapturas. O mesmo teste foi utilizado para testar a capturabilidade das raias em relação ao sexo e ao período do dia, considerando-se como período diurno das 06:00 às 18:00 horas e o restante correspondendo ao período noturno.

7.3- RESULTADOS

O histórico dos eventos de captura, marcação e recaptura encontra-se representado na tabela 26.

As estimativas de tamanho da taxocenose das raias da Rebio do Parazinho e a probabilidade de sobrevivência dos indivíduos entre as coletas realizadas durante o primeiro ano de amostragem encontram-se representadas na Tabela 27 e Figura 87.

Tabela 26 Dados acerca de Marcação e Recaptura para a série de 12 amostragens de raias na Rebio do Parazinho

Evento da última captura	Evento de captura											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0
2			0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3				1	1	3	0	1	0	0	0	0
4					0	0	0	1	0	0	0	0
5						0	0	2	0	0	0	0
6							0	0	0	0	0	0
7								0	0	0	0	0
8									0	1	0	0
9										0	0	0
10											0	0
11												0
Total marcados (mt)	0	1	1	1	1	3	3	4	0	1	0	0
Total sem marcas (ut)	17	19	37	13	14	15	19	16	13	8	11	26
Total capturados (nt)	17	20	38	14	15	18	22	20	13	9	11	26
Total soltos (st)	17	14	37	13	12	17	2	8	1	1	0	0

Tabela 27- Estimativas derivadas dos dados da Tabela 26 pelo uso do modelo de Jolly-Seber de estimativa populacional

Coleta	Proporção de marcados	População estimada	Probabilidade de sobrevivência
1	0	-	1,38
2	0,10	246,75	0,47
3	0,05	337,07	1,07
4	0,13	427,50	0,52
5	0,13	285,33	2,76
6	0,21	612,75	0,10

(-) Dados insuficientes para cálculo.

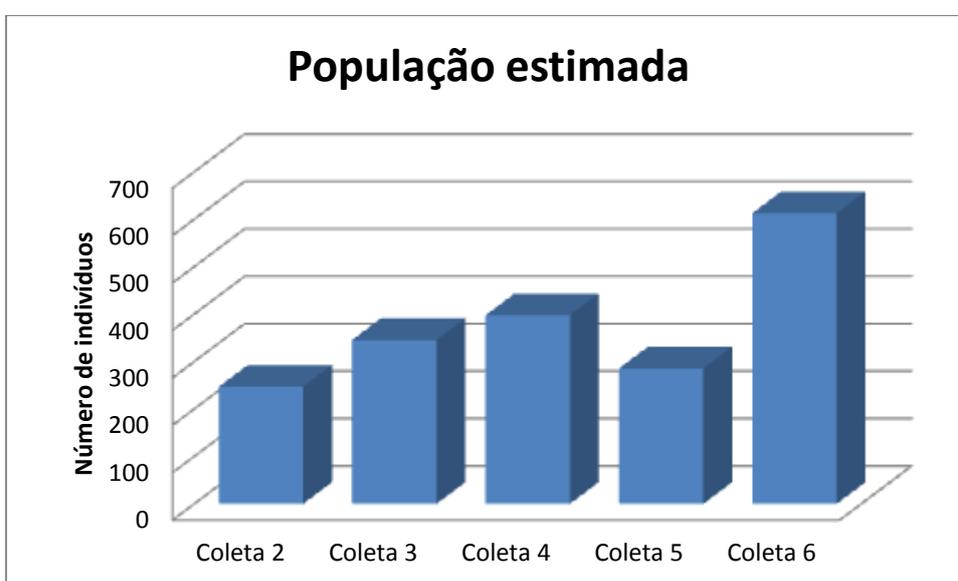


Figura 87- Tamanho da taxocenose estimado segundo o método de Jolly-Seber de raias na Rebio do Parazinho entre as coletas realizadas.

A distribuição dos indivíduos coletados por espécie em cada coleta encontra-se representada na Figura 88.

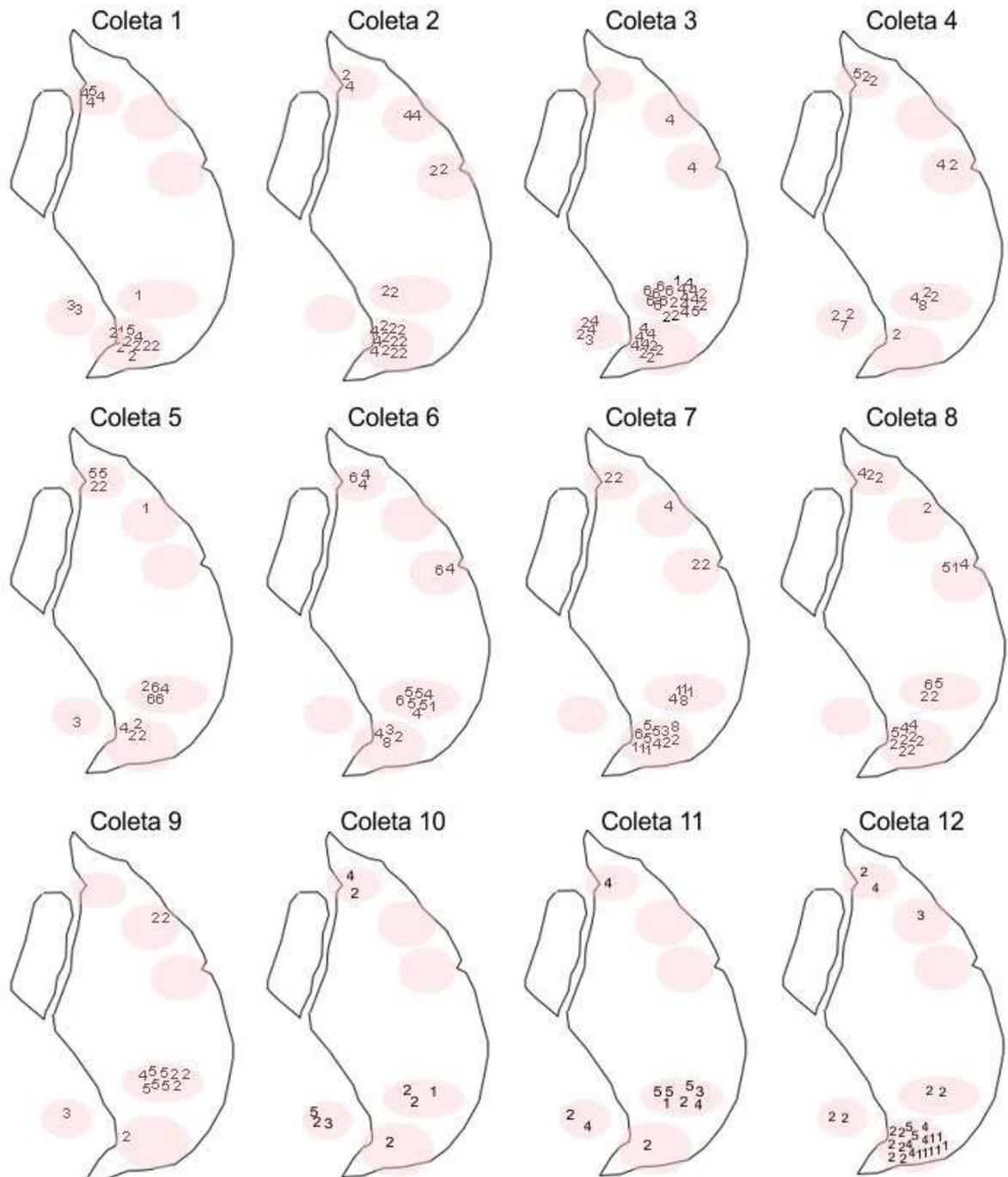


Figura 88- Distribuição dos espécimes de raias coletados na Rebio do Parazinho ao longo das coletas e estações de amostragem, onde 1=*Potamotrygon orbignyi*, 2= *P. sp1*, 3= *P. scobina*, 4= *P. motoro*, 5= *P. cf. dumerilii*, 6= *P. constellata*, 7= *Paratrygon aiereba* e 8= *Potamotrygon. sp.*

Pelos dados obtidos referentes às recapturas dos indivíduos, é possível observar que existe algum padrão individual de movimentação de pequena escala na ilha. Das 15 recapturas observadas durante as coletas (Tabela 26),

apenas quatro indivíduos (Raias 2, 12, 46 e 83) ocorreram em locais diferentes da coleta original (Figura 89).

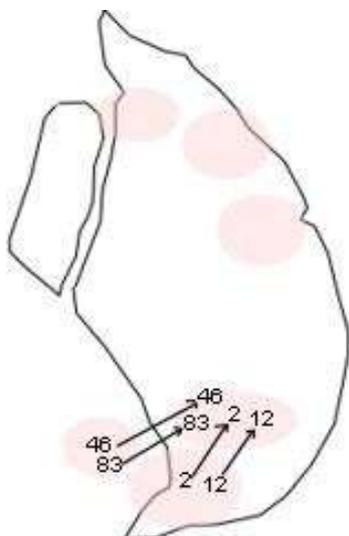


Figura 89- Movimentação de indivíduos de raias recapturados em coletas diferentes na REBIO do Parazinho.

7.4- DISCUSSÃO

A Rebio do Parazinho, assim como outras áreas próximas da costa do Amapá, é conhecida como uma área com grande concentração de raias. Na costa do Amapá, os pescadores artesanais são vítimas constantes de acidentes envolvendo ferroadas de raias durante as pescarias. Banhistas e moradores ribeirinhos também sofrem esta ameaça em toda a área costeira do Amapá.

Na Rebio do Parazinho, apesar do baixo trânsito de pessoas, já foram registrados acidentes com raias. Eventualmente são encontradas raias mortas na praia durante a maré baixa, provavelmente em decorrência da ação de pescadores que se utilizam da área da reserva para a pesca de camarão.

Estes, quando eventualmente capturam alguma raia, cortam sua cauda acima da inserção do ferrão para evitar futuros acidentes, ou então as matam, descartando-as na praia. Nos arredores da ilha a visualização das raias vivas no corpo d'água é constante.

As marcas (camas de raias) deixadas pelas raias no substrato (Figura 59) são observadas constantemente e em grande número na reserva, mas essas observações não refletem o tamanho populacional das mesmas, pois uma mesma raia deixa várias marcas conforme sua movimentação, as quais perduram por vários dias.

A Rebio do Parazinho é uma ilha pequena (112 hectares) para comportar um conjunto de populações de raias tão grande conforme as observações visuais sugeriam, mas o tamanho real e o número de espécies encontradas não era ainda conhecido.

O método utilizado considerou a taxocenose de raias como uma população aberta. Uma população fechada é aquela que não muda em tamanho durante o período de estudo, ou seja, o efeito de nascimento, morte e migração são negligenciados (Krebs 1998). O grupo em estudo nesse trabalho não poderia ser considerado como uma população fechada mesmo durante a mesma coleta, pois o efeito das marés faz com que a ilha fique com um número muito restrito de raias, algumas poucas eventualmente permanecem em pequenos poços formados, o que não pode garantir que as raias retornem à ilha quando a maré tornar a subir. É importante observar que na maré vazante o recuo da linha d'água se situa na ordem de várias centenas de metros, implicando num deslocamento dos animais na mesma distância a cada mudança de maré.

Algumas mortes podem ser observadas durante a amostragem, mas também existem aquelas que sabidamente acontecem, mas não podem ser registradas, pois apesar de a área de estudo constituir uma Reserva Biológica, frequentemente são observados pescadores explorando a ilha, e provavelmente capturando indivíduos de raias.

O tamanho estimado da taxocenose com os dados de captura, marcação e recaptura foi muito alto, apresentando um valor médio até a sexta coleta de 382 indivíduos para a população residente na área da reserva, mas como se trata de uma população aberta e existem muitos outros locais semelhantes à área de estudo, é provável que a área de uso do grupo estudado não seja restrito à ilha da Rebio. A partir da coleta 7, os valores estimados para a população de raias perdem em consistência devido à retirada dos animais da população.

Eventualmente foram capturados indivíduos com suas caudas cortadas. Apesar de esse fato poder ser atribuído à predação sofrida pelos indivíduos enquanto jovens, é sabido que a remoção da cauda constitui um hábito desenvolvido entre os pescadores quando capturam as raias e estas não lhes interessam. Antes de sua soltura, para evitar que elas venham a ferir alguém, os pescadores cortam suas caudas acima do ferrão e as liberam (Figura 90).



Figura 90- Exemplo de indivíduo com a cauda cortada e detalhe em outro indivíduo coletados na REBIO do Parazinho.

Esse tipo de comportamento não deveria acontecer na área da REBIO, devido ao seu caráter restritivo para pesca. Entretanto a presença de pescadores na área é frequente, não sendo possível então afirmar se esses espécimes mutilados sofreram a injúria na área ou fora dela. A movimentação desse grupo parece ser bastante ativa e por isso o tamanho estimado foi tão alto, quando comparado aos trabalhos de Carvalho et al. (2005) e Freitas et al. (2009). Se a população não fica restrita ao local de amostragem, consequentemente a área de vida é maior e assim é possível a que o ambiente registre um maior número populacional. Isso também pode ser observado pela ausência de recapturas na mesma coleta, ou seja, indivíduos capturados repetidas vezes num mesmo evento amostral.

Pela figura 87 pode-se observar que o tamanho estimado da taxocenose não se mantém constante entre as coletas, apesar de consideravelmente alto até a coleta 6. Neste período inicial, todos os indivíduos capturados eram libertados, exceto os poucos indivíduos encontrados mortos.

Carvalho et al. (2005) em seu estudo de estimativa de tamanho populacional de *Dasyatis americana* na Rebio de Atol das Rocas utilizou um estimador populacional para populações fechadas, assumindo o baixo

potencial de deslocamento da mesma e encontrou que a população podia variar entre 111 e 175 indivíduos. Cabe ressaltar que o número populacional calculado no presente estudo apesar de alto, refere-se à taxcenose de raias (7 espécies) e não a uma única espécie. Freitas et al. (2009) analisaram o tamanho populacional para *Negaprion brevirostris* também em Atol da Rocas e o número populacional estimado foi ainda menor, mostrando que o tamanho populacional esperado para o grupo (Elasmobrânquios) segue um padrão de baixa densidade populacional.

Para os estudos de marcação e recaptura, os animais são marcados individualmente ao longo dos pontos amostrais. Assim, esses dados podem ser usados tanto para estimativas populacionais como também para estudos de movimentação (Krebs 1998).

Tal como outras espécies de elasmobrânquios, as raias têm ocupação de ambiente distinta e padrões de utilização de habitat que incluem movimentos verticais e horizontais, que podem conduzir a processos de segregação espacial e sexual (Carrier et al. 2004). Johnson (1980) reconheceu que a seleção de habitat é um processo hierárquico, com diferentes fatores atuando em diferentes escalas. Esses fatores incluem a distribuição geográfica, área de vida e uso de habitats dentro da área de vida. Fatores físicos e bióticos podem moldar o uso do habitat em todas as escalas espaciais (Simpfendorfer & Heupel 2004).

Em uma área com condições ambientais dinâmicas, incluindo a influência das marés, estações seca e chuvosa bem definidas, inundações e outros, é extremamente difícil isolar e testar um único fator que está potencialmente relacionado com a ocupação do habitat e distribuição dos

potamotrigonídeos (Almeida et al 2009).

Muito pouco se sabe sobre o uso de habitats, movimentação e comportamento de raias de água doce. Observações diretas subaquáticas de padrões de comportamento são difíceis em campo devido às águas turvas, fortes correntes e dificuldades logísticas para acessar os locais de ocorrência. Poucas espécies são encontradas em águas com boas condições de mergulho. A maior parte do conhecimento sobre o comportamento das raias de água doce, portanto, deriva de observações de captura (Rosa et al. 2010).

No estuário do Amazonas é claro que quando os níveis de salinidade sobem, durante a estação seca, algumas espécies, como *Plesiotrygon iwamae* migram rio acima (Charvet-Almeida 2001). Outras se movimentam para o interior da ilha de Marajó pelos rios e canais de maré (Almeida 2008).

Pela Figura 86 observa-se que a face Norte da ilha é predominantemente visitada pelas espécies *Potamotrygon* sp1 (2) e *P. motoro* (4). Essas espécies parecem ser menos especialistas com relação ao hábito, pois são encontradas com abundância em todos os pontos de coleta.

A face Sul da ilha é o local de maior concentração das raias, em especial as áreas dos espinhéis 1 e 4.

A partir da coleta 9, pode-se observar que a abundância de raias na área do espinhel 1, mais ao sul da ilha, diminuiu consideravelmente. As condições físicas desse local mudaram drasticamente durante as coletas, modificando o fluxo da corrente, criando um grande banco de areia que bloqueou a entrada original desse canal de maré, passando a fluir pelo lado oposto. Esse fato pode ter causado uma confusão na orientação das raias para o reconhecimento do caminho para chegar ao local, o que fez com que

as capturas naquele ponto diminuíssem drasticamente.

As diferenças ambientais encontradas entre os pontos de coleta parecem não resultar em preferência de determinada espécie por determinado ponto amostral. Apesar de as espécies *Potamotrygon* sp1 (2) e *P. motoro* (4) serem as que mais visitam a face Norte da ilha, elas também foram encontradas nos outros pontos de coleta. Os pontos de coleta denominados Maruins e Guilherme se diferenciaram dos demais com relação aos dados ambientais analisados (Figura 12) quando comparados aos outros pontos. *Potamotrygon* sp1 (2) e *P. motoro* (4) parecem ser tolerantes às condições ambientais dos pontos Maruins e Guilherme, enquanto que essas condições parecem ser limitantes para a ocorrência das demais espécies.

Shibuya (2009) verificou que no rio Negro, *Potamotrygon orbignyi* apresentava o hábito de vida associado às praias arenosas, no entanto, durante os dois anos de amostragem na REBIO do Parazinho, apenas dois espécimes desta espécie foram encontrados, um no ponto Maruins e um no ponto Guilherme, o que mostra que esta espécie estaria, na área de estudo, associada a locais com sedimento mais lamoso.

O método utilizado para a marcação se mostrou eficiente. O índice de recaptura foi de 7,3% e pode ser considerado alto quando comparado a outros trabalhos realizados, como o estudo com a raia marinha *Dasyatis mariana* (Costa 2010) que realizou a marcação de 100 indivíduos e apenas recapturou 3 num intervalo também de 2 anos de amostragens (3%), Stevens (1976) que registrou uma taxa de recaptura de 3.9% para tubarões marcados em águas portuguesas e mais da metade dos 52 estudos envolvendo marcação de tubarões revisados por Kohler & Turner (2001) apontam taxas de recaptura

menores que 5%.

As recapturas aconteceram prioritariamente no mesmo local das capturas originais. Apenas quatro espécimes foram recapturados em locais diferentes, ainda assim, próximos aos pontos de sua primeira captura. A Figura 89 mostra essa distribuição espacial: dois indivíduos com o primeiro registro no Ponto 01 e recapturados no Ponto 04 e dois originários do Ponto 02, também recapturados no Ponto 04. As distâncias compreendem 800 e 380 metros, respectivamente, ao longo dos canais de drenagem.

As raias que haviam sido coletadas pelo espinhel do ponto 2 (46 e 83), provavelmente foram capturadas quando em trânsito para seu local de destino, visto que devido ao movimento das marés elas entram e saem dos canais de maré constantemente, podendo chegar até às suas cabeceiras. As raias 2 e 12, inicialmente coletadas pelo espinhel do ponto 1 foram recapturadas também na área do espinhel 4, que apesar de claramente separados espacialmente e com características físicas diferentes entre si, são áreas próximas.

A raia 83 (*Potamotrygon* sp.1) foi a única a ser recapturada duas vezes. Ambas as recapturas ocorreram no Ponto 04, indicando essa ser sua área de preferência.

Esses resultados indicam que as raias parecem ter uma memória espacial que permite que retornem sempre aos mesmos locais. Elas não necessariamente os habitam, mas quando retornam à ilha, podem ir em busca de suas áreas preferenciais. As recapturas realizadas por Costa (2010) também aconteceram nas mesmas áreas de captura original.

Schluessel & Bleckmann (2005) apontaram que jovens de *P.*

motoro possuem alguma forma de senso de orientação, construindo mapas cognitivos espaciais de seu ambiente, podendo se aproximar de locais de alimentação a partir de diferentes posições e através de diferentes rotas, usando para isso diversos mecanismos de navegação para se orientar, incluindo o sistema visual.

Os resultados aqui obtidos permitem uma primeira aproximação desse comportamento para as diferentes espécies de raias da REBIO do Parazinho. Entretanto, para se chegar a resultados mais consistentes, seriam necessárias séries de coleta mais abrangentes, tanto do ponto de vista espacial (maior número de pontos amostrais) como temporal (maior duração), o que representa um interessante potencial de futuras pesquisas na área de estudo.

Considerações finais

Durante todo o ano foi observada atividade reprodutiva das raias. Isso faz com que a Reserva do Parazinho seja uma área fundamental para a conservação e manutenção das diferentes espécies de raias que ocorrem na região da foz do rio Amazonas.

Estudos continuados quanto à estrutura populacional das espécies devem ser estimulados na área, por se tratarem de organismos predadores que têm a capacidade de regular populações dos diferentes recursos por eles consumidos.

Embora as raias não constituam um recurso pesqueiro por excelência na região em que se insere a área de estudo, esse grupo ocupa posição de destaque na interação entre a população ribeirinha e o meio natural. Isso se deve especialmente à potencialidade de acidentes (ferradas) durante contatos involuntários das pessoas com os animais na água, ou durante as próprias atividades da pesca. Essa conjuntura, aliada ao fato da grande parcela de biomassa representada pelas raias na ictiocenose da região, coloca-as em potencial situação de risco quanto à manutenção de suas populações.

Por outro lado, as complexas relações desses animais com seu meio, parcialmente abordadas e demonstradas no presente estudo, evidenciam a importância do papel ecológico das raias para a manutenção do ecossistema como um todo, deixando claro a necessidade de ações preventivas de manejo de suas populações. Por área de estudo se tratar de unidade de conservação, cria-se condições favoráveis para a continuidade dos trabalhos, em busca de um refinamento e uma perpetuidade de pesquisas ainda a serem realizadas no

local.

Em especial cite-se a necessidade de implantar um programa permanente de monitoramento das populações de raias ao redor da REBIO do Parazinho ou em suas imediações, avaliando sua aptidão como bioindicadores de qualidade ambiental. Supletivamente, o incremento do banco de dados permitiria a abordagem de múltiplos aspectos relacionados à estrutura populacional, conforme apontados no presente estudo, visto que se trata de um grupo muito pouco estudado e conseqüentemente com muito poucas informações a respeito de seus aspectos biológicos como um todo.

Referências Bibliográficas

Abelha, M.C.F. 2007. Ictiofauna de reservatórios paranaenses: nicho trófico, competição e estrutura populacional. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Abrams, P. 1980. Some comments on measuring niche overlap. *Ecology* 61: 44-49.

Achenbach, G.M. & Achenbach, S.V. M. 1976 - Notas acerca de algunas especies de raya fluvial (Batoidei, Potamotrygonidae), que frecuentan el sistema hidrográfico del rio Paraná médio en el Departamento la Capital (Santa Fe-Argentina). Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" 8: 1-34.

Aguiar, A. A. 2005. Estrutura e Densidade Populacional e Uso do Habitat por *Dasyatis americana* Hildebrand and Schroeder, 1928 (Chondrichthyes: Dasyatidae) no Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal da Paraíba. 74 p.

Aguiar, A.A. & Valentin, J.L. 2010. Biologia e ecologia alimentar de Elasmobrânquios (Chondrichthyes: Elasmobranchii): uma revisão dos métodos e do estado da arte no Brasil. *Oecologia Australis* 14(2): 464-489.

Aguiar, M.A.M., Baranger, M., Baptestini, E.M., Kaufman, L. & Bar-Yam, Y. 2009. Global patterns of speciation and diversity. *Nature*. Vol 460|16 July 2009|doi:10.1038/nature08168.

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. 2008. Natural history of freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in Marajó Island (Pará-Brasil). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém. 145 p. (In Portuguese).

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*, Fortaleza 41(2): 82 - 89.

Almeida, M.P., Barthem, R.B., Viana, A.S. & Charvet-Almeida, P. 2009. Factors affecting the distribution and abundance of freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) at Marajó Island, mouth of the Amazon River. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 4(1): 1-11.

Anderson, T.W., DeMartini, E.E. & Roberts, D.A. 1989. The relationship between habitat structure, body size and distribution of fishes at a temperate artificial reef. *Bulletin of Marine Science*, 44(2): 681-697.

Araújo, M.L.G. 1998. Biologia reprodutiva e pesca de *Potamotrygon* sp (Chondrichthyes: Potamotrygonidae), no Médio Rio Negro, Amazonas. Dissertação de Mestrado, INPA/UA. 171pp.

Bastolla, U., Lässig, M., Manrubia, S.C. & Valleriani, A. 2008. Biodiversity in model ecosystems, I: Coexistence conditions for competing species. <http://www.arxiv.org/abs/q-bio/0502021v1>.

Belver L.C. & Ávila L.J. 2001. Ritmo de actividad diario y estacional de *Cnemidophorus longicaudus* (Squamata, Teiidae, Teiinae) en el norte de La Rioja, Argentina. *Bol. Soc. Biol. Concepc.* 72: 37-42.

Bolger, T. & Connolly, P. L. 1989. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology* 34: 171-182.

Braga, F.M.S. 1986. Estudo entre o fator de condição e relação peso-comprimento para alguns peixes marinhos. *Revista Brasileira de Biologia*, 46 (2): 339-346.

Braga, F.M.S., Braga, M.A.S. & Goitein, R. 1985. Fator de condição e alimentação de *Paralonchurus brasiliensis* (Osteichthyes, Sciaenidae) na região da ilha Anchieta (lat. 23° 33'S - long. 45° 05'W) Ubatuba, Estado de São Paulo. *Naturalia* 10:1-11.

Braga, F.M.S. & Gomiero, L.M. 1997. Análise da pesca experimental realizada no reservatório de Volta Grande, rio Grande (MG-SP). *Bolm Inst. Pesca* 24: 131-138.

Bragança, A.J.M. 2002. Observações sobre a alimentação das raias de água doce *Potamotrygon orbignyi*, *Potamotrygon scobina* e *Plesiotrygon iwamae* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) na Ilha de Cotijuba - Baía de Marajó - Pará - Brasil. Belém: Universidade Federal do Pará. 33 p. [Monografia].

Bragança, A.J.M., Charvet-Almeida, P. & Barthem, R. 2004. Preliminary observations on the feeding of the freshwater stingrays *Potamotrygon orbignyi*, *Potamotrygon scobina* and *Plesiotrygon iwamae* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the cotijuba island region - Pará – Brazil. In *Biology and Conservation of Freshwater Elasmobranchs*. Martin, R. A. & Mackinlay, D. (Eds) International Congress on the Biology of Fish.

Brockmann, F.W. 1975. Observation on mating-behavior of southern stingray, *Dasyatis americana*. *Copeia*, 4: 784-785.

Cadle, J.E. & Greene, H.W. 1993. Phylogenetic patterns, biogeography, and the ecological structure of neotropical snake assemblage. In *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives* (R.E. Ricklefs & D. Schuller, eds.). University of Chicago Press, Chicago, p. 281-293.

Camhi, M., Fowler, S., Musick, J., Bräutigam, A., & Fordham, S. 1998. Sharks and their relatives: ecology and conservation. Occasional paper 20. IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland.

Cardona, L. 2001. Non-competitive coexistence between Mediterranean grey mullet: evidence from seasonal changes in food availability, niche breadth and trophic overlap. *Journal of Fish Biology* 59: 729-744.

Cartamil, D.P., Wegner, N.C., Baquero, A., Sepulveda, C.A., Aalbers, S.A. & Graham, J.B. 2011. Archival tagging of subadult and adult common thresher sharks (*Alopias vulpinus*) off the coast of southern California *Mar Biol.* 158:935–944 DOI 10.1007/s00227-010-1620-4.

Carvalho, F., Hazin, F.H.V., Oliveira, P.G.V., Do Rêgo, L. & Barros, P. 2005. Estrutura e tamanho da população de raias prego, *Dasyatis americana*, na Reserva Biológica do Atol das Rocas. II Congresso Brasileiro DE Oceanografia. Vitória - ES - Brasil

Carvalho, M.R. & Lovejoy, N.R. 2011. Morphology and phylogenetic relationships of a remarkable new genus and two new species of Neotropical freshwater stingrays from the Amazon basin (Chondrichthyes: Potamotrygonidae), *Zootaxa* 2776: 13–48.

Carvalho, M.R., Lovejoy, N.R. & Rosa, R.S. 2003. Family Potamotrygonidae (river stingrays). In Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America (Reis, R.E., Kullander, S.O. & Ferraris JR, C.J., orgs.). Edipucrs, Porto Alegre, p.22-28.

Carvalho, M.R., Perez, M.H.S. & Lovejoy, N.R. 2011. *Potamotrygon tigrina*, a new species of freshwater stingray from the upper Amazon basin, closely related to *Potamotrygon schroederi* Fernandez-Yépez, 1958 (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). *Zootaxa* 2827 :1-30.

Castex, M.N. 1963a. Observaciones sobre la raya de río Potamotrygon motoro (Müller y Henle). Comun. Mus. Argent. Cienc. Nat. Bernardino Rivadavia, *Hidrobiología*, 1(2): 7–14.

1963b. La Raya Fluvial: notas historico-geograficas. Santa Fé, Librería y Editorial Castellví. 119 p.

Castex, M.N. & Maciel, I. 1965. Notas Sobre la Familia Potamotrygonidae Garman 1913. Santa Fé, Dirección General de Recursos Naturales, Publicación Técnica, 14: 1–23.

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). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. [Dissertação de Mestrado].

Chapman, D.D., Corcoran, M.J., Harvey, G.M., Malan, S. & Shivji, M.S. 2003. Mating behavior of southern stingrays, *Dasyatis americana* (Dasyatidae). *Environmental Biology of Fishes*, 68: 241-245.

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). João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba. [Tese de Doutorado].

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., Araújo, M.L.G. & Almeida. M.P. 2005. Reproductive Aspects of Freshwater Stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Brazilian Amazon Basin. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, Vol. 35: 165–171.

Chase, J.M. & Leibold, M.A. 2003. Ecological niches. Linking classical and contemporary approaches. University of Chicago Press, Chicago.

Colwell, R.K.; Futuyma, D.J., 1971: On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* 52, 567–576.

Compagno, L.J.V. & Cook, S.F., 1995. The exploitation and conservation of freshwater elasmobranchs: status of taxa and prospects for the future. In *The biology of freshwater elasmobranchs. A symposium to honor Thomas B. Thorson* (ed. M.I. Oettinger and G.D. Zorzi). *Journal of Aquaculture and Aquatic Sciences*, 7, 62–90.

Compagno, L.J.V. 1999. Systematics and Body Form. p. 1-42; In: Hamlett, W.C. (ed.) *Sharks, skates, and rays: The biology of elasmobranch fishes*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Connell, J.H. 1980. Diversity and the coevolution of competitors, or the ghost of competition past. *Oikos* 35: 131-138.

Cortes, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: Application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 726–738.

Cortés, E. 1999. Standardized diet composition and trophic level in sharks. *ICES J. Mar. Sci.* 56: 707-717.

Costa, T.L.A. 2010. Aspectos populacionais da raia de fogo (*Dasyatis mariana*, Gomes, Rosa & Gadig, 2000) e pesca de elasmobrânquios no complexo recifal do Parracho de Maracajaú. Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. [Dissertação de Mestrado].

Dajoz, R. (1983), *Ecologia geral*. São Paulo : Vozes, EDUSP.

Dean, M. & Motta, P.J. 2004. Feeding behavior and kinematics of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Batoidea). *Zoology*, 104: 171-189.

Dean, M.N., Wilga, C.D & Summers, A.P. 2005. Eating without hands or tongue specialization, elaboration and the evolution of prey processing mechanisms in cartilaginous fishes. *Biology Letters*. 1:357-361.

Delbeek, J.C. & Williams, D.D. 1987. Food resource partitioning between sympatric populations of brackishwater sticklebacks. *Journal of Animal Ecology* 56: 949-967.

Dudgeon, C.L., Blower, D.C., Broderick, D. & Giles, J.L. 2012. A review of the application of molecular genetics for fisheries management and conservation of sharks and rays. *Journal of Fish Biology* 80: 1789–1843.

Dufech, A.P.S. & Fialho, C.B. 2009. Estudo comparado da taxocenose de peixes em dois ambientes aquáticos do Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 99: 177-188.

Duncan, W.P. & Fernandes, M.N. 2010. Physicochemical characterization of the white, black, and clearwater rivers of the Amazon Basin and its implications on the distribution of freshwater stingrays (Chondrichthyes, Potamotrygonidae). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 5(3): 454-464.

Duré, M.I. & Kehr, A.I. 2001. Differential exploitation of trophic resources by two pseudid frogs from Corrientes, Argentina. *Journal of Herpetology* 35: 340– 343.

Duré, M.I. & Kehr, A.I. 2004. Influence of microhabitat on the trophic ecology of two leptodactylids from northeastern Argentina. *Herpetologica* 60: 295– 603.

Duré, M.I., Kehr, A.I. & Schaefer, E.F. 2009. Niche overlap and resource partitioning among five sympatric bufonids (Anura , Bufonidae) from northeastern Argentina. *Phylomedusa* 8(1): 27-39.

- Elton, C. 1927. *Animal Ecology*. Sedgwick and Jackson, London.
- Ferreira, E.J.G.; Zuanon, J.A.S. & Santos, G.M. 1998. *Peixes Comerciais do Médio Amazonas: região de Santarém, Pará*. Edições IBAMA. Brasília, DF. 214p.
- Freitas, R.H.A., Rosa, R.S., Wetherbee, B.M. & Gruber, S.H. 2009. Population size and survivorship for juvenile lemon sharks (*Negaprion brevirostris*) on their nursery grounds at a marine protected area in Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7(2): 205-212.
- Gadig, O.B.F. 2001. *Tubarões da costa brasileira*. Tese de doutorado – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro. 343p.
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Batista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, S.B., Vendramim, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S. & Omoto, C. 2002. *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ. 920 p.
- Gao, X. & Song, J. 2008. Dissolved oxygen and O₂ flux across the water-air interface of the Changjiang Estuary in May 2003. *Journal of Marine Systems*. Doi: 10.1016/j.jmarsys.2008.02.003.
- Garrone Neto, D. 2010. Considerações sobre a reprodução de duas espécies de raias (Myliobatiformes, Potamotrygonidae) na região do Alto Rio Paraná, Sudeste do Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 5(1): 101-111.
- Garrone Neto, D. & Carvalho, L.N. 2011. Nuclear-follower foraging associations among Characiformes fishes and Potamotrygonidae rays in clean waters environments of Teles Pires and Xingu rivers basins, Midwest Brazil. *Biota Neotropica* 11(4):1-4.

Garrone-Neto, D. & Sazima, I. 2009. The more stirring the better: cichlid fishes associate with foraging potamotrygonid rays. *Neotropical Ichthyology*, 7(3):499-501.

Garrone Neto, D, Haddad Jr., V, Vilela, MJA e Uieda, VS. 2007. Registro de ocorrência de duas espécies de potamotrigonídeos na região do Alto Rio Paraná e algumas considerações sobre sua biologia. *Biota Neotropica*, Vol.7: 205-208.

Garrone Neto, D. & Uieda, V. S. 2009. Ingestion of catfish by freshwater stingray: possible mistake or inexperience. *Biota Neotropica*, 9(4): 1-4.

Garrone Neto, D. & V. Haddad Jr. 2010. Arraias em rios da região Sudeste do Brasil: locais de ocorrência e impactos sobre a população. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 43: 82-88.

Gause, G.F. 1934. The struggle for existence. London: Hafner Publishing Company.

Gerking, S.D. 1994. Feeding ecology of fish. San Diego, Academic Press, 416p.

Gomiero, L.M. & Braga, F.M.S. 2003. Pesca experimental do tucunaré, gênero *Cichla* (Osteichthyes, Cichlidae), no reservatório da UHE de Volta Grande, rio Grande (48° 25' - 47° 35' W, 19° 57' - 20° 10' S). *Boletim do Instituto de Pesca* 29(1): 29-37.

Gordon, I. 1993. Pre-copulatory behaviour of captive sand tiger sharks, *Carcharias taurus*. *Environmental Biology of Fishes*. 38, 159–164.

Gotelli, N.J. & Entsminger, G.L. 2001. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. and KesityBear. Available on line at: <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>

Gotelli, N.J. and G.R. Graves. 1996. Null models in ecology. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Goulding, M. 1980. The fishes and the forest. Explorations in Amazonian natural history. Berkeley, University of California Press, 280p.

Goulding, M. 1981. Man and fisheries on an Amazonian frontier. Boston, The Rague. 137 p.

Grinnell, J. 1917. The niche-relationships of the California Thrasher. *Auk*, 34, 427–433.

Gruber, S.H. & Myrberg A.A. 1977. Approaches to the study of the behavior of sharks. *Amer. Zool.*, v 17, p 471-86.

Haddad JR., V., Garrone Neto, D., Paula Neto, J.B., Marques, F.P.L. & Barbaro, K.C. 2004. Freshwater stingrays: study of epidemiologic, clinic and therapeutic aspects and some enzymatic activities of the venom based on 84 envenomings in humans. *Toxicon* 48:287-294.

Hamlett, W.C. & Hysell, M.K. 1998. Uterine Specializations in Elasmobranchs. *The Journal of Experimental Zoology*. 282:438–459.

Hartmann, P.A., Hartmann, M.T. & Martins, M. 2009. Ecologia e história natural de uma taxocenose de serpentes no Núcleo Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, no sudeste do Brasil. *Biota Neotrop.* 9(3): 1-12.

Hillis, D., Moritz, C., Mable, B. 1996, Molecular Systematics. Sinauer, Sunderland, MA, pp. 407–514.

Holden, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. In Sea Fisheries Research, pp. 117–137. Ed. by F. R. Harden-Jones. Elek Science, London.

Huey, R.B. & Pianka, E.R. 1981. Ecological consequences of foraging mode. *Ecology* 62: 991-999.

Hurlbert S.H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology* 59(1):67-77.

Hutchinson, G.E. 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, 22: 415-427. II Congresso Brasileiro de Oceanografia 09 a 12 de Outubro de 2005 - Vitória - ES - Brasil

Jackson, J.B.C., Kirby, M.X. & Berger, W.H. 2001 Historical overfishing and the recent collapse of coastal eco- systems. *Science* 293:629–638.

Johnson, D.H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 61(1): 65-71

Kawakami, E. & Vazzoler, G. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 29: 205-207.

Klimley, A.P. 1980. Observations of courtship and copulation in the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. *Copeia* 1980: 878–882.

Kohler, N.E. & Turner, P.A. 2001. Shark tagging: a review of conventional methods and studies. *Environmental Biology of Fishes*, 60: 191–223.

Krebs, C.J. 1989. Ecological methodology. London, Harper & Row. 654p.

Labropoulou, M. & Eleftheriou, A. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *J. Fish. Biol.* 50: 324 – 340.

Lagler, K.F.; Bardach, J. E. & Miller, R.R. 1977. Ichthyology. New York, Wiley. 528p.

Lasso, C. 1985. Las rayas de agua dulce. *Natura* 77: 6-9.

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.

Le Cren, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch. (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, (20): 201-219.

Leitão, R.P., Caramaschi, E.P. & Zuanon, J. 2007. Following food clouds: feeding association between a minute loriciid and a characidiin species in an Atlantic Forest stream, Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 5(3):307-310.

Lessa, R., Santana, F.M., & Paglerani, R., 1999. Age, growth and stock structure of the oceanic whitetip shark, *Carcharhinus longimanus*, from the southwestern equatorial Atlantic. *Fish. Res.* 42: 21-30.

Levin, S.A. 1970. Community equilibria and stability, and an extension of the competitive exclusion principle. *The American Naturalist* 104:413-423.

Levins, R. 1968. Evolution in changing environments: some theoretical explorations. Princeton, Princeton University Press, 132p.

Lonardoni, A.P., Goulart, E., Oliveira, E.F.; Fedatto Abelha, M.C. 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.

Lonardoni, A.P., Oliveira, E.F. & Goulart, E. 2009. Trophic ecomorphology of *Potamotrygon falkneri* and *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes - Potamotrygonidae) on the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Pan- American Journal of Aquatic Sciences* (2009), 4(4):436-445.

Lopes, J.F. & Silva, C. 2006. Temporal and spatial distribution of dissolved oxygen in the Ria de Aveiro lagoon. *Ecological Modelling*, v.197, p.67-88.

Lowe-McConnell, R.H. 1973. Reservoirs in relation to man - Fisheries. In: Ackerman, W.C.; White, G.F. & Worthington, E.B. eds. *Man-made lakes: their problems and environmental effects*. Washington, DC, American Geophysical Union Washington. v. 1, p. 641-654.

Lukoschek, V. & M. I. McCormick. 2000. A review of multispecies foraging associations in fishes and their ecological significance. *Proceedings of the 9th. International Coral Reef Symposium* pp 23-27.

Luczkovich, J.J., Norton, S.F. & Gilmore, G. 1995. The influence of oral anatomy on prey selection during the ontogeny of two percoid fishes, *Lagodon rhomboides* and *Centropomus undecimalis*. *Environ. Biol. Fishes*, Dordrecht, 44: 79-95.

MacArthur, R.H. *Geographical ecology: patterns in the distribution of species*. Princeton: Princeton University Press, 1972.

Matthews, W.J. 1998. Patterns in freshwater fish ecology. London, Chapman & Hall. 319 pp.

Mihara, W.M.T., Rotundo, M.M. & Santos, J.L. 2009. Análise numérica de poros dos canais das ampolas de lorenzini em raia-emplasto *Rioraja agassizi* (Müller & Henle, 1841) (Chondrichthyes: Rajidae) *Revista Cecilians* 1(2): 147-151.

Morgan, J., Harry, A., Welch, D., Street, R., White, J., Geraghty, P., Macbeth, W., Tobin, A., Simpfendorfer, C., Ovenden, J., 2012. Detection of interspecies hybridisation in Chondrichthyes: hybrids and hybrid offspring between Australian (*Carcharhinus tilstoni*) and common (*C. limbatus*) blacktip shark found in an Australian fishery. *Conserv. Genet.* 1, 1–9.

Moro, G. 2010. 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.

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

Motta, L.C. 2008. Estudo da hidrodinâmica e distribuição do oxigênio dissolvido da água no Canal da Passagem, Vitória-ES utilizando modelagem numérica. Monografia apresentada ao curso de graduação em Oceanografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo.

Musick, J.A. & Bonfil, R. 2004. Management Techniques for Elasmobranch Fisheries. FAO Fisheries Technical Paper No. 474.

Nelson, D.R. 1977. On the Field Study of Sharks Behavior. *American Zoology*, 17: 501-507.

Nelson, J. 2006. Fishes of the World. John Wiley and Sons Inc. 4th Edition. 601 pp.

Oscoz, J., Campos, F. & Escala, M. C. 2005. Weight-length relationships of some fish species of the Iberian Peninsula. *Journal of Applied Ichthyology*, Berlin, v. 21, p. 73-74.

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, São Paulo. 93 p.

Pianka E.R. 1969. Habitat specificity, speciation, and species density in Australian desert lizards. *Ecology* 50, 498–502.

Pianka, E.R. 1973. The structure of lizard communities. *Annu Rev Ecol Syst.* 4:53-74.

Pianka, E.R. 2000. Evolutionary ecology. San Francisco, Benjamin/Cummings, 512 p.

Pinheiro, M.A.A.; A. Fransozo.& M.L. Negreiros-Fransozo. 1997. Dimensionamento e sobreposição de nichos dos Portunídeos (Decapoda, Brachyura), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14 (2): 371-378.

Pratt, H.L., & Casey, J.G. 1990. Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden's method of estimating growth parameters. In 'Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries'. (Eds H. L. Pratt, Jr, S. H. Gruber and T. Taniuchi.) pp. 97-109. United States Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS Circular No. 90.

Pratt, H.L. & Otake, T. 1990. Recommendations for work needed to increase our knowledge of reproduction relative to fishery management. In *Elasmobranchs as Living Resources: advances in biology, ecology and systematic, and the status of fisheries*. Pratt, H.L. Gruber, S.H. & Taniuchi, T. (eds.). NOAA Technical Report NMFS: 509-510.

Pratt, H.L., Jr & Carrier, J.C. 2001. A review of elasmobranch reproductive behaviour with a case study on the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. *Environmental Biology of Fishes*, 60, 157– 188.

Pryde, M.A. 2003. Using Program „MARK“ for assessing survival in cryptic threatened species: case study using long-tailed bats (*Chalinolobus tuberculatus*). *Department of Conservation Technical Series 28B*: 33–63.

Ribeiro, D.T. 2006. História evolutiva de espécies do gênero *Potamotrygon* Garman, 1877 (Potamotrygonidae) na Bacia Amazônica. Dissertação de mestrado. Manaus: Programa de Pós- Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM.

Ricklefs, R.E. 1996. *A Economia da Natureza*. 3th ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 503 pp.

Rincón Filho, 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 "Júlio De Mesquita Filho", Rio Claro. 132p.

Rincón, P.A. 1999. Uso de microhabitat em peixes de riachos: métodos e perspectivas. Pp. 23-90. In: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni, & P. R. Peres-Neto (Eds.). Ecologia de Peixes de Riachos. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VI. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 260p.

Rocha, M.A; Ribeiro, E.L.A. & Mizubuti, I.Y. 1997. Comparação entre os fatores de condição de Fulton e alométrico em curimatá (*Prochilodus lineatus*) criados em dois ambientes. *Arch. Latinoam. Anim*, v. 5 (Supl. 1), p. 459-460.

Rodriguez-Guerra, J.C., Lasso, C.A. & Lasso-Alcalá, O.M. 2007. Aportación al conocimiento de la bioecología de la raya fluvio-estuarina *Potamotrygon* sp. (Myliobatiformes, Potamotrygonidae) en el delta del Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 2008 ("2007"), 168: 83-104.

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.

Rosa, R.S., Carvalho, M.R. de & Wanderley, C.A. 2008. *Potamotrygon boesemani* (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae), a new species of Neotropical freshwater stingray from Surinam. *Neotropical Ichthyology*, 6(1):1-8.

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. e Quijada, C.C. D. 2010 - Biology of the South American Potamotrygonid stingrays. pp 241-286. In: Carrier, J.C.; Musick, J.A. & Heithaus, M.R. (eds.). *Sharks and their relatives II: Biodiversity, adaptive physiology and conservation*. Taylor & Francis Group, New York.

Rosa, R.S., Carvalho, M.D., Buckup, P.A., Menezes, N.A., & Ghazzi, M.S.A. 2007. Família Potamotrygonidae. *Catálogo das Espécies de Peixes de Água Doce do Brasil*. Museu Nacional, Rio de Janeiro, 17-18.

Ross, S.T. 1986. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. *Copeia* (2): 352-388.

Sale, P.F. 1974. Overlap in resource use, and interspecific competition. *Oecologia* 17: 245-256.

Santos, E.P. 1978. Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura. Hucitec, São Paulo, 129 p.

Santos, A.F.G.N. dos; Santos, L.N. dos; Andrade, C.C. de; Santos, R.N. dos; Araújo, F.G. Alimentação de duas espécies de peixes carnívoros no Reservatório de Lajes, RJ. *Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica, RJ: EDUR*, v.24, n.1, p. 161-168, jan.- jun., 2004.

Sasko, D.E., Dean M.N., Motta P.J. & Hueter R.E. 2006. Prey capture behavior and kinematics of the Atlantic cownose ray, *Rhinoptera bonasus*. *Zoology*, 109: 171-181.

Schluessel, V. & Bleckmann, H. 2005. Spatial memory and orientation strategies in the elasmobranch *Potamotrygon motoro*. *J Comp Physiol A* 191: 695–706.

Schoener T.W. 1989. Should hindgut contents be included in lizard dietary compilations? *J Herpetol.* 23:455-458.

Schoener, T.W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185 (4145): 27- 39.

Shibuya, A. 2009. Morfologia funcional dos mecanismos de alimentação em raias Myliobatoidei, com ênfase em espécies de Potamotrygonidae do médio rio Negro. Unpublished Ph.D. Dissertation. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 138p.

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.

Shibuya, A., Zuanon, J., Araújo, M.L.G. & Tanaka, S. 2010 Morphology of lateral line canals in Neotropical freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) from Negro River, Brazilian Amazon. *Neotropical Ichthyology*, 8 (4): 867-876.

Shibuya, A., Zuanon, J. & Tanaka S. 2012. Feeding behavior of the Neotropical freshwater stingray *Potamotrygon motoro* (Elasmobranchii: Potamotrygonidae). *Neotropical Ichthyology*, 10(1): 189-196.

Shivji, M.S.. 2010 - DNA Forensic Applications in Shark Management and Conservation. pp 593-610. In: Carrier, J.C.; Musick, J.A. & Heithaus, M.R. (eds.). Sharks and their relatives II: Biodiversity, adaptive physiology and conservation. Taylor & Francis Group, New York.

Silva, A.G.C. & Goulart, E. 2007. Morfometria de raias continentais (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*,. 29 (4): 413-419.

Silva, J.P.C.B. 2009. Revisão taxonômica e morfológica do complexo *Potamotrygon orbignyi* (Castelnau, 1855) São Paulo 2009 (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae) Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, para a obtenção de Título de Mestre em Ciências Biológicas, na Área de Zoologia.

Simpfendorfer, C.A., & Heupel, M.R. 2004. Assessing Habitat Use and Movement. In. Carrier, J.C.; Musick, J.A; Heithaus, M.R. 2004. Biology of sharks and their relatives. CRC Press. E.U.A. 596pp

Smith, E.P. 1985. Estimating the reliability of diet overlap measures. *Environmental Biology of Fishes* 13 (2): 125-138.

Steimle, F.W. & Zetlin, C. 2000. Reef Habitats in the Middle Atlantic Bight: Abundance, distribution, Associated Biological Communities, and Fishery Resource Use. *Marine Fisheries Review*, 62(2): 24 – 42.

Stevens, J.D. 1976. First results of shark tagging in the north-east Atlantic, 1972-1975. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 56, 929-937.

Stevens, J.D., Bonfil, R., Dulvy, N.K. & Walker, P.A. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 476–494.

Strand, S. 1988. Following behavior: interspecific foraging associations among Gulf of California reef fishes. *Copeia*, 2: 351-357.

Taniuchi, T. & Ishihara, H. 1990. Anatomical comparison of claspers of freshwaters stingrays (Dasyatidae and Potamotrygonidae). *Japanese journal of ichthyology*. **37** (1):10-16.

Tavares-Dias, M.; Marcon, J.L.; Lemos, J.R.G.; Fim, J.D.I.; Affonso, E.G. & Ono, E.A. 2008. Índices de condição corporal em juvenis de *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829) e *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) na Amazônia. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 197- 204.

Teshima, K & Takeshita, K. 1992. Reproduction of the Freshwater Stingray, *Potamotrygon magdalenae* Taken from the Magdalenar River System in Colombia, South America. *Bull. Seikai. Natl. Fish. Res. Inst.* **70**: 11-27.

Toffoli, D., Tomas, H., Araújo, M.L.G., Almeida, M.P., Charvet-Almeida, P. & Farias, I.P. 2008. A test of the utility of DNA barcoding in the radiation of the freshwater stingray genus *Potamotrygon* (Potamotrygonidae, Myliobatiformes). *Genetics and Molecular Biology*, **31**, 1 (suppl), 324-336.

Thorson, T.B., Langhammer, J.K., & Oetinger, M.I. 1983. Reproduction and development of the South American freshwater stingrays, *Potamotrygon circularis* and *P. motoro*. *Environ. Biol. Fishes*, 9(1): 3–24.

Van Sluys, M. 1995. Seasonal variation in prey choice by the lizard *Tropidurus itambere* (Tropiduridae) in southeastern Brazil. *Cienc Cult.* 47(1-2):61-65.

Vanzolini, P.E. 1993. Métodos estatísticos elementares em sistemática zoológica. São Paulo: Hucitec.

Vazzoler, A.E.A.M. 1982. Manual and methods for biological study of fish populations. Reproduction and growth. Cnpq, 106p.

Vitt L.J & Caldwell J.P. 2009. Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles. 3rd ed. Amsterdam: Academic Press.

Wetherbee B.M., Gruber, S.H. & Cortés, E. 1990. Diet, feeding habits, digestion, and consumption in sharks, with special reference to the lemon shark, *Negaprion brevirostris*. In: Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematic, and the status of the fisheries (H.L. Pratt Jr., S.H. Gruber & T. Taniuchi, eds.), NOAA Technical Report NMFS 90: 29-47.

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.

Wilga, C.D., Motta, P.J. & Sanford, C.P. 2007. Evolution and ecology of feeding in elasmobranchs. *Integrative Comparative Biology*, 47(1): 55-69.

Winemiller, K. & Taphorn, D. 1989. La evolución de las estrategias de vida en los peces de los llanos occidentales de Venezuela. *Biollania*, 6: 77–122.

Zaret, T.M. & Rand, A.S. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, 52 (2): 336-342.

Zheng, L., Chen, C. & Frank, Z. 2004. Development of water quality model in the Satilla River Estuary, Geórgia. *Ecological Modelling*, v. 178, p. 457- 482.

Zuanon, J.A.S. 1999. Historia Natural da Ictiofauna de Corredeiras do Rio Xingu, na Região de Altamira, Pará. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. [Tese de Doutorado].