

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

Rui Alves Chaves

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DOS PRINCIPAIS ITENS DA DIETA NATURAL DE**  
*Astronotus ocellatus* (Cuvier, 1829) **DA RESERVA MAMIRAUÁ (AM, BRASIL) SOBRE A**  
**SUA COLORAÇÃO REPRODUTIVA EM AMBIENTE ARTIFICIAL.**

Belém-Pará  
2007

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

Rui Alves Chaves

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DOS PRINCIPAIS ITENS DA DIETA NATURAL DE**  
*Astronotus ocellatus* (Cuvier, 1829) **DA RESERVA MAMIRAUÁ (AM, BRASIL) SOBRE A**  
**SUA COLORAÇÃO REPRODUTIVA EM AMBIENTE ARTIFICIAL.**

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

Orientador: Prof. Dr. Helder Lima de Queiroz

Belém-Pará

2007

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

Rui Alves Chaves

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DOS PRINCIPAIS ITENS DA DIETA NATURAL DE**  
*Astronotus ocellatus* (Cuvier, 1829) **DA RESERVA MAMIRAUÁ (AM, BRASIL) SOBRE A**  
**SUA COLORAÇÃO REPRODUTIVA EM AMBIENTE ARTIFICIAL.**

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

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

Banca Examinadora:

\_\_\_\_\_  
Presidente: Prof. Dr. Helder Lima de Queiroz

\_\_\_\_\_  
Examinadora Titular: Profa. Dra. Flavia Lucena  
Fredou

\_\_\_\_\_  
Examinador Titular: Prof. Dr. Maurício Camargo  
Zorro

Belém-Pará

2007

*Dedico*

*A minha filha Amanda Blanco Chaves,  
aos meus pais RuiChaves e Maria Tereza Chaves e  
aos meus irmãos Rodrigo e Cintia  
pelo apoio e incentivo na construção deste trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas e Instituições que tiveram participação neste trabalho, em especial as seguintes:

A Universidade Federal do Pará - UFPA, através do Núcleo de Estudos em Ciência Animal, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental e a Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, pelas condições oferecidas para realização do curso de Pós-Graduação.

Ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, pelo apoio financeiro ao desenvolvimento da pesquisa.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará - CEFET/PA pelo incentivo a qualificação do seu corpo docente, do qual faço parte.

Ao Dr. Helder Lima Queiroz, pela amizade, orientação eficaz, críticas e discussão de várias idéias com paciência, durante todas as fases deste trabalho.

Aos mestres que fazem parte da Coordenação do Mestrado em Ciência Animal, pela excelência no momento de transmitir os conhecimentos de cada disciplina.

Aos colegas de turma pela amizade e companheirismo ao longo do curso.

Aos amigos professores do CEFET Carlos Rocha, João Vicente, Mauricio Zorro, Osvaldo Campos e Soniamar Saraiva, da Coordenação de Recursos Pesqueiros e Agronegócio; aos Diretores Edson Ary e Darlindo Veloso; ao professor Antonio Lopes, todos pela amizade e incentivo na execução deste trabalho.

Ao amigo Jaime, pela grande contribuição na coleta dos animais para o desenvolvimento do trabalho experimental em laboratório.

Aos Técnicos em Aqüicultura Aline, Marta, Márcia, Sueny, Vander, Pedro, Paulo, Anny, Gisele, meu eterno agradecimento pelo apoio ao desenvolvimento do trabalho em laboratório.

Ao amor da minha vida, minha filha Amanda Blanco Chaves pela paciência nos momentos que tive que me dedicar ao trabalho abdicando dos momentos de lazer. E também pela inspiração, pois tudo que faço é pensando nela.

A Márcia Moita Blanco pela amizade e companheirismo ao longo deste trabalho e pela filha linda.

Aos meus pais, Rui de Souza Chaves e Maria Tereza Alves Chaves, pelo incentivo a minha vida profissional e por me mostrarem o quanto é bonito ser professor.

Aos meus irmãos, Cintia e Rodrigo, pelo incentivo e carinho.

E a todos aqueles que de forma direta e indireta contribuíram para a execução deste trabalho.

## RESUMO

Com o objetivo de testar a influência dos itens alimentares na coloração de acara-açus foi realizado o presente estudo que teve duas etapas. A primeira visou identificar os principais grupos alimentares da dieta de *Astronotus ocellatus* através da análise dos conteúdos estomacais e intestinais. A segunda visou comparar o efeito ocasionado pela administração de diferentes grupos da dieta, num ambiente artificial, sobre a coloração vermelha e a aquisição de massa corpórea dos indivíduos. Na primeira etapa as atividades foram desenvolvidas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM). Foram utilizados 216 indivíduos. Após fixação do trato digestivo de cada exemplar estes foram analisados qualitativamente, sob estereomicroscopia. Os itens alimentares encontrados nos referidos conteúdos foram classificados usando como critério de agrupamento grandes categorias tais como: moluscos, crustáceos, insetos, peixes e vegetais, além de material não identificado. O comprimento da primeira maturação sexual foi calculado. O regime do nível de água na RDSM durante o período do estudo foi obtido através de dados climáticos fornecidos pelo Instituto Mamirauá. O índice alimentar para cada item, foi calculado através do produto da frequência de ocorrência relativa e do peso relativo de cada item e da somatória dos produtos para todos os itens identificados, os principais itens identificados foram peixes, insetos e moluscos. Foram capturados 20 indivíduos de *Astronotus ocellatus*, desta vez na Ilha do Marajó-PA, no mês de fevereiro/2006. Para o recebimento dos animais capturados foram preparados quinze (15) aquários na estação de piscicultura do Utinga (Belém, PA), com renovação de água constante. Com base nos resultados obtidos na primeira etapa e com base na literatura, elaborou-se o delineamento experimental com cinco tratamentos alimentares: T<sub>1</sub> - Ração comercial (controle); T<sub>2</sub> - Músculo de peixe; T<sub>3</sub> - Moluscos, T<sub>4</sub> - Insetos; T<sub>5</sub> - Crustáceos. A análise do Índice de Intensidade de Coloração Vermelha foi baseada na metodologia de comparação computacional dos níveis de intensidade de cor proporcionada por software específico. Para efeito de comparação utilizou-se o Incremento da Coloração Vermelha do ocelo e da coloração lateral difusa. O tratamento realizado com a dieta de molusco apresentou o maior índice de intensidade de coloração vermelha no ocelo ao final de 20 dias. O tratamento realizado com a dieta de crustáceo gerou o maior índice de intensidade da coloração vermelha lateral difusa ao final de 20 dias. Os animais submetidos a quase todos os tratamentos apresentaram um aumento na massa corpórea ao longo de 40 dias de experimento, mas principalmente aqueles alimentados com moluscos demonstraram maior aquisição de biomassa.

**Palavras chaves:** *Astronotus ocellatus*, Conteúdo alimentar, Comunicação Visual, Coloração Vermelha.

## ABSTRACT

In order to test the influence of feeding items in the coloration of acara-açus the present study was carried through two stages. The first one aimed the identification of the main alimentary groups of *Astronotus ocellatus* diet through the analysis of the stomachal and intestine research. Secondly, it aimed to compare the effect caused by the different groups of diet, in an artificial environment, on the red coloration and the acquisition of corporal mass of the tested individuals. At the first stage the activities had been developed in the Reserve of Sustainable Development Mamirauá (RDSM) were 216 individuals. After the preservation of the digestive tracts these were analyzed qualitatively, under the microscope. The diet items found in the contents had been classified using broad categories such as: molluscs, crustaceans, insects, fish and vegetables, as well as unknown material. The length of the first sexual maturation was calculated. The variation of the water level in the RDSM during the period of the study was obtained from Mamirauá Institute. The in-dake index for each food item was calculated by the product of the frequency of relative occurrence and relative weight of each item and the total of products for all itens identified. The main itens identified were fish, insects and molluscs. Twenty individuals of *Astronotus ocellatus* had been captured in Marajó Island in february/2006, and placed in fifteen (15) glass tanks at the aquacultive station of Utinga (Belém, Pará). On the basis of the results from the first stage and on current literature, five diet treatments were designed for the experiment: T1 - Commercial formula (control); T2 - Fish; T3 - Molluscs, T4 - Insects; T5 - Crustaceans. The analysis of the Index of Intensity of Red Coloration was based on the comparison of the levels of intensity of proportionate color for specific software, and the Index of Increment of the Red Coloration of ocelli and the diffuse lateral coloration were calculated. The diet treatment with molluscs resulted in the largest increment of the index of intensity of red coloration in ocelli at the end of 20 days. The diet treatment with crustaceans resulted in the largest increment of index of intensity of the diffuse lateral red coloration at the end of 20 days. The animals submitted to almost all the treatments had presented an increase in body mass throughout 40 continous days of experiment, but those fed with molluscs presented a to greater acquisition of biomass.

Words keys: *Astronotus ocellatus*, Food Content, Visual Communication, Red Coloration.

## LISTA DE FIGURAS E TABELA

<b>Figura 01.</b> Localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá no Estado do Amazonas.....	14
<b>Figura 02.</b> Lupa estereoscópica utilizada para identificar as categorias alimentares e balança digital para pesar os conteúdos.....	15
<b>Figura 03.</b> Regime de variação do nível da água durante o pulso de alagamento no período compreendido entre os anos de 2003 a 2004 (dados do Instituto Mamirauá).....	17
<b>Figura 04.</b> Coleta de <i>Astronotus ocellatus</i> com auxílio de rede de arrasto.....	18
<b>Figura 05.</b> Tratamento dos peixes com permanganato de potássio.....	19
<b>Figura 06.</b> Vista do porão do barco que transportou os animais até o porto de Belém.....	20
<b>Figura 07.</b> Acondicionamento dos peixes em sacolas plásticas para chegada em Belém.....	20
<b>Figura 08.</b> Um dos procedimentos para a aclimação dos peixes nos aquários; a redução do impacto causado pela diferença na temperatura da água na Estação de Piscicultura Carlos Estavão de Oliveira, Belém (PA).....	21
<b>Figura 09 -</b> A rotina realizada em intervalos de dez dias quando os peixes eram pesados em balanças e em seguida eram medidos seus comprimentos.....	23
<b>Figura 10 –</b> Fotografia do peixe para análise da Intensidade de Coloração Vermelha com auxílio do padrão designado para cor vermelha.....	24
<b>Figura 11.</b> Diagrama de um acará-açu os dois tipos de coloração vermelha dos animais: o ocelo e a coloração lateral difusa.....	26
<b>Figura 12.</b> Curva de primeira maturação para os machos de <i>Astronotus ocellatus</i> entre 2003 e 2004.....	27
<b>Figura 13.</b> Curva de primeira maturação para as fêmeas de <i>Astronotus ocellatus</i> entre 2003 e 2004.....	27
<b>Figura 14.</b> Índice alimentar das categorias alimentares, encontradas nos conteúdos estomacais de cada sexo na RDSM.....	30
<b>Figura 15.</b> Participação em peso das categorias alimentares na variação sazonal na análise dos conteúdos estomacais.....	31
<b>Figura 16.</b> Índice alimentar em relação ao estágio de maturação sexual de <i>A. ocellatus</i> na análise do conteúdo estomacal.....	32
<b>Figura 17.</b> Índice alimentar em relação ao estágio de maturidade sexual de <i>A. ocellatus</i> na análise do conteúdo intestinal.....	33
<b>Figura 18.</b> Porcentagem em peso das categorias alimentares na variação sazonal do conteúdo intestinal.....	34
<b>Figura 19.</b> Curva de encharcamento das dietas “ração” e “músculo de peixe”.....	36
<b>Figura 20.</b> Curva de encharcamento das dietas “crustáceo”, “inseto” e “molusco”.....	36
<b>Figura 21.</b> Índice da intensidade da coloração vermelha nos ocelos em decorrência das dietas “molusco”, “peixe”, “inseto”, “ração” (controle) e “crustáceo” em intervalo de 20 dias.....	38
<b>Figura 22.</b> Incremento da coloração vermelha em relação às dietas “molusco”, “peixe”, “inseto”, “ração” (controle) e “crustáceo” em intervalo de 20 dias.....	39

<b>Figura 23.</b> Índice da intensidade da coloração vermelha lateral difusa em decorrências às dietas “molusco”, “peixe”, “inseto”, “ração” (controle) e crustáceo em intervalo de 20 dias.....	40
<b>Figura 24.</b> Incremento da coloração vermelha em relação às dietas “molusco”, “peixe”, “inseto”, “ração” (controle) e crustáceo em intervalo de 20 dias.....	41
<b>Figura 25.</b> Comparação entre os pesos iniciais e os pesos finais dos <i>A. ocellatus</i> em relação às dietas aplicadas.....	42
<b>Figura 26.</b> Comparação entre os comprimentos iniciais e finais dos <i>A. ocellatus</i> após a aplicação das cinco dietas.....	43
<b>Tabela 01.</b> Correlação entre o alimento ingerido e o peso ganho durante o experimento..	44

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	Aspectos da biologia de <i>Astronotus ocellatus</i> .....	13
1.1.1	HÁBITOS ALIMENTARES DE <i>Astronotus ocellatus</i> .....	13
1.1.2	ASPECTOS DA REPRODUÇÃO DE <i>Astronotus ocellatus</i> : .....	15
1.1.3	COMUNICAÇÃO ATRAVÉS DA COLORAÇÃO CORPORAL .....	17
1.1.4	COMUNICAÇÃO VISUAL .....	18
1.1.5	PADRÕES DE COLORAÇÃO.....	20
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>22</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	22
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
<b>3</b>	<b>HIPÓTESES .....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>
4.1	Estudo da dieta de <i>Astronotus ocellatus</i> em ambientes naturais de lagos de várzea do médio rio Solimões:.....	23
4.2	Estudo do efeito da administração de diferentes tipos de dieta, em condições de confinamento, sobre a coloração e a aquisição de massa corpórea de <i>Astronotus ocellatus</i> . .....	28
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
5.1	Estudo da Maturação Sexual .....	37
5.1.1	DEFINIÇÃO DO TAMANHO DA PRIMEIRA MATURAÇÃO SEXUAL.....	37
5.2	Estudo da dieta de <i>Astronotus ocellatus</i> em ambientes naturais de lagos de várzea do médio rio Solimões:.....	28
5.2.1	ANALISE DA DIETA NATURAL DOS ANIMAIS .....	38
5.3	Estudo do efeito da administração de diferentes tipos de dieta, em condições de confinamento, sobre a coloração e a aquisição de massa corpórea de <i>Astronotus ocellatus</i> . .....	45
5.3.1	Curva de Encharcamento:.....	45

5.3.2	EFEITO NA INTENSIDADE DA COLORAÇÃO VERMELHA NO OCELO.....	46
5.3.3	INCREMENTO NA COLORAÇÃO VERMELHA NO OCELO.....	48
5.3.4	EFEITO NA INTENSIDADE DA COLORAÇÃO VERMELHA LATERAL DIFUSA	48
5.3.5	EFEITO NO INCREMENTO DA COLORAÇÃO VERMELHA NA LATERAL DIFUSA.....	39
5.3.6	EFEITO SOBRE A AQUISIÇÃO DE MASSA CORPÓREA .....	50
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>566</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 ASPECTOS DA BIOLOGIA DE *Astronotus ocellatus*

*Astronotus ocellatus* (Cuvier, 1829), comumente conhecido como Acará-açu, Apaiari ou Oscar, faz parte da família Cichlidae. Distribui-se na Bacia Amazônica e habita preferencialmente locais rasos, de lagos ou rios, sempre próximos à vegetação flutuante. Forrageia na superfície, na meia água e no fundo e tem preferência pelos substratos lodoso a argiloso até argilo-arenoso com abundante matéria orgânica (Machado, 1983).

### 1.1.1 HÁBITOS ALIMENTARES DE *Astronotus ocellatus*

Os ciclídeos em geral apresentam grande diversidade de adaptações alimentares, utilizando várias fontes de alimento, como detritos, fito e zooplâncton, algas macroscópicas, macrófitas, moluscos, insetos e peixes (Mckaye, 1978). O acará-açu, *Astronotus ocellatus*, apresenta cuidado na aproximação para captura de suas presas. Isso explica o sucesso desta espécie com presas ágeis, tais como pequenos Characidae (57,1%) e Locariidae (21,4%), assim como com outros itens alimentares registrados (moluscos, crustáceos, e etc.) (Braga, 1962). Este autor afirma que larvas, pequenos alevinos e juvenis se alimentam de plâncton. Alevinos, juvenis e adultos são onívoros e comem quase de tudo, inclusive piabas (ou outros pequenos peixes), camarões, moluscos e insetos. Menezes (1962) examinou o conteúdo gástrico de 18 exemplares de apaiari, capturados no açude público Caldeirão (Piripiri, Piauí), com comprimento total variando de 17,5 a 25,0 cm, chegando à conclusão de que se trata de uma espécie onívora. O autor observou que, daqueles 18, sete tubos digestivos (38,8%) continham camarões, quatro (22,2%) restos vegetais, dois (11,1%) moluscos e cinco (27,9%) estavam vazios. De outra parte, Albuquerque Filho (1980) categorizou esta espécie como onívora, com tendência para o canibalismo. Augusto *et al.*

(1979), Jeffrey (1972) e Machado (1977) salientam que a espécie é onívora, com tendência a piscívora/insetívora à medida que envelhece. Contudo, Santos (1978) salienta que a espécie é carnívora.

Consoli *et al* (1991) constataram que *Astronotus ocellatus* age como um eficiente predador de larvas e pupas do mosquito *Aedes fluviatilis* e do molusco *Biomphalaria glabrata*. Para testar a preferência alimentar de *A. ocellatus* em relação a *Biomphalaria glabrata*, foram fornecidos vários tamanhos de exemplares de moluscos. Conclui-se que o apaiari apresentou significativa preferência nos moluscos de maior tamanho.

Com base em caracteres morfológicos tais como a disposição e o formato dos olhos que definem a orientação visual neste peixe, ele foi caracterizado como um predador principalmente piscívoro, de olhos grandes e hábitos geralmente diurnos (Alcock, 1975).

Segundo Silva *et al.* (1993), o apaiari tem sido indicado para povoamento dos açudes do nordeste brasileiro pelo fato de se, entre outras vantagens, reproduzir em ambientes aquáticos reduzidos e dispensar cheias nos cursos de água para desempenho de suas funções reprodutivas. Além do mais, é um peixe precoce e prolífero, desovando várias vezes ao ano, dando ampla proteção às proles, conforme se referiu, ainda, Chacon (1982), Fontenele (1983) e Silva *et al.* (1982).

Segundo Silva *et al.* (1993), os açudes nordestinos careciam de espécies onívoras de valor comercial, que explorassem diversos níveis da cadeia alimentar, e o apaiari veio preencher essa lacuna, sendo disseminado em quase todos os açudes da região por esta razão.

Regis (1991) acompanhou o desenvolvimento de três casais de apaiari em viveiro de reprodução, com 60 m<sup>2</sup> de área inundada e profundidade máxima de 0.90 m. Os peixes foram alimentados diariamente com ração tipo engorda para galináceos (50 %) e filé de tilapia (50%), sendo o alimento fornecido na base de 5% da biomassa dos peixes/dia. Após sete meses, os apaiaris passaram de 22,1 para 25,9 cm de comprimento total médio e de 218 para 322g de peso médio. A biomassa aumentou de 1308 para 1932g, sendo baixíssima a conversão alimentar. Os peixes estavam em período de reprodução.

### **1.1.2 ASPECTOS DA REPRODUÇÃO DE *Astronotus ocellatus*:**

Segundo Fonteles (1983) a fecundação de *A. ocellatus* é externa e a desova dura cerca de 15 minutos. Os ovos são adesivos, ficando presos, normalmente, numa só camada, na superfície de fixação. Concluída a postura e fecundação dos óvulos, o macho ou a fêmea permanece sobre a superfície contendo os ovos, movimentando, lentamente, nadadeiras ventrais e peitorais, a fim de arejá-los e garantir-lhes bom desenvolvimento. Enquanto um peixe assim procede, o outro permanece ao largo, parecendo proteger a desova contra aproximação dos inimigos naturais.

Os ovos de apaiari apresentam forma ovóide pouco acentuada, com diâmetro maior medindo 2,2 mm e menor 1,9 mm, em média, sendo de coloração amarelo-clara e mais ou menos resistentes ao tato, conforme observou Fontenele (1983).

No dia imediato à desova, o casal abre, com auxílio da boca e nadadeiras, pequena cova (ninho), com cerca de 80 mm de diâmetro e 50 mm de profundidade, para onde transferirá as larvas após a eclosão. Às vezes, a abertura do ninho se faz antes da desova. Conforme Fontenele (1983), a incubação dura, em média, 50 horas, contadas a partir da desova, quando a temperatura da água varia de 26,0 a 31,1°C, que é a melhor faixa para a desova da espécie. Chacon (1982) refere-se a espaço de tempo de 72 horas para a eclosão do ovo do apaiari. Depois de nascidas, as

larvas permanecem deitadas sobre a superfície em que nasceram impossibilitadas de nadar, não só em virtude da ausência de nadadeiras como também pela existência de volumoso saco vitelino de forma esférica. Todavia não ficam totalmente imóveis. Ao nascer a larva apresenta comprimento total médio de 5,1 mm e 1,8 mm de altura. Possui coloração amarelo-clara, com pigmentação escura nos flancos. Segundo Chacon (1982), a larva de apaiari nasce com 4,6 mm de comprimento e 1,8 mm de altura.

Logo após, livres todas as larvas de cápsula do ovo, o casal inicia a transferência delas para o ninho. A operação é feita por partes sucessivas e continuamente. O apaiari, inclinándose para as larvas e virando-se rapidamente ora para direita, ora para a esquerda, aspira-as para a boca e, em seguida, dirigindo-se ao ninho, solta-as nele (Chacon, 1982).

Em virtude do peso do saco vitelino, as larvas permanecem no fundo da cova, sob a vigilância dos pais, os quais ficam sobre e em volta daquela, fazendo a aeração e a proteção. Após 96 horas de nascidas, aproximadamente, as pós-larvas apresentam movimentos natatórios, deslocando-se livremente na água, sempre protegida pelo casal.

A fêmea de apaiari possui dois ovários semelhantes na forma e no tamanho. Neles, pode-se encontrar óvulos divididos em três grupos: maiores, de cor linhaça clara, com diâmetro médio de 2 mm, maduros; médios, de cor mais clara do que os anteriores, em vias de maturação; e pequenos, quase brancos, em fase inicial de desenvolvimento (Fontenele, 1983). Portanto, a espécie é de desova parcelada, apresentando oócitos em diferentes estágios de desenvolvimento. Uma fêmea elimina, em média, 2.723 óvulos por desova, podendo chegar a 3.180 (Fontenele, 1983). O macho apresenta dois testículos semelhantes e de coloração amarelo-clara. O sêmen apresenta coloração esbranquiçada e consistência viscosa, variável de acordo com o grau de maturação gonadal. Ovários e testículos não se esvaziam completamente quando de uma desova, o que possibilita que indivíduos da espécie se reproduzam 3 a 4 vezes por ano (Silva et al., 1993).

Fontenele (1983) refere que o apaiari apresenta desova parcelada, com maior incidência no período de outubro a abril, sendo que no mês de janeiro foi o de maior pico, e, quando mantido em condições favoráveis, atinge a primeira maturação gonadal com 10 a 12 meses de idade. Estas observações foram realizadas sob as condições climáticas da Estação de Piscicultura do DNOCS, no Nordeste Brasileiro. Braga (1982) estudando em ambiente artificial no Ceará, afirma que o apaiari desova em qualquer mês, não necessitando influencia climática para tal. Todavia, há mês de maior (abril) e menor (junho, julho e agosto) incidência de desovas. Santos (1978) salienta que, nas condições climáticas de São Paulo, a espécie desova até três vezes ao ano, mas não menciona a época destas desovas.

O presente estudo irá investigar a influência de aspectos alimentares da espécie sobre formas de comunicação reprodutiva.

### **1.1.3 COMUNICAÇÃO ATRAVÉS DA COLORAÇÃO CORPORAL**

A definição convencional de comunicação é a transmissão de sinais ou informação entre um transmissor e um receptor. Esta transmissão é um pré-requisito para o comportamento social (Keenleyside, 1979). Para que o processo de comunicação entre dois indivíduos da mesma espécie ocorra torna-se necessário que o receptor “entenda o” ou “atenda ao” sinal emitido. Assim, deve ter ocorrido um processo de co-evolução no desenvolvimento dos sinais e na capacidade de entendê-los (Wilson, 1975). Os principais métodos de comunicação descritos para os animais, indicam visual, acústico, químico, e elétrico que são captados por organismos sensíveis (Hailman, 1977).

As mudanças nos padrões de coloração dos teleosteos variam de instantâneas, ocorrendo durante as interações sociais, a graduais, associadas com a maturação (Beeching, 1995). A

coloração da superfície corporal dos ciclídeos tem diversas funções e está sob contínua seleção natural (Endler, 1986). A comunicação específica (Gunthrie & Muntz, 1993) pode definir a seleção sexual intra-específica e a competição entre machos (Evans & Norris, 1996). Correlações entre o padrão individual de coloração e seu estágio de desenvolvimento gonadal, sexo, status ou comportamento também já tem sido indicadas para ciclídeos (Baldaccini, 1973; Fernald & Hirata, 1979). A diversidade morfológica e ecológica dos ciclídeos tem sido associada à sua diversidade de coloração nupcial (Deutsch, 1997; Seehausen *et al.*, 1997). Os dois caracteres mais importantes na coloração dos ciclídeos são os padrões de bandas formadas pelos melanóforos, que são mais permanentes e a coloração nupcial, geralmente formada por carotenóides. Os carotenóides, segundo estes autores, não são sintetizados, mas adquiridos pelos animais na dieta e depositados na superfície de seus corpos para formar os padrões de coloração.

Várias formas de comunicação são comuns nos ciclídeos, entretanto a comunicação visual é uma das mais comuns tanto num nível intra como interespecífico.

#### **1.1.4 COMUNICAÇÃO VISUAL**

A maioria dos animais realiza sinais visuais por gestos ou movimentos do corpo. Os ciclídeos possuem uma alta capacidade de comunicação através de mudanças nos padrões de coloração em resposta à intensidade de motivação visual. É freqüente, no processo de comunicação dos ciclídeos, mudanças nos padrões de cores e, posteriormente, nos movimentos e expressões corporais (Nelissen, 1977).

De acordo com Levine & Macnichol (1982), os ciclídeos que vivem em águas mais profundas possuem três pigmentos visuais na retina, com grande sensibilidade que lhes permite distinguir as cores verde e vermelha. Entretanto, dado que nem todos os ciclídeos foram já

estudados, presumivelmente a fotosensibilidade de cada uma das espécies variará de acordo com o habitat.

A comunicação através de padrões de coloração é muito eficaz. Baerends (1986) propôs como hipótese que estes padrões de coloração provavelmente evoluíram inicialmente para servir como uma proteção contra predadores, e em muitos casos como camuflagem ou como forma de intimidação. Posteriormente, uma adaptação secundária para a sinalização dos estados motivacionais teria ocorrido.

Esta hipótese foi investigada na *Tilapia zilli* por Hulscher-Emeis (1986). Foi comprovado que as faixas verticais aparecem nesta espécie em situações em que o comportamento agonístico ocorre para defender um recurso. Argumenta-se que o aparecimento das faixas verticais está associado com um processo defensivo do tipo motivacional (Baerends, 1986).

Os padrões de coloração são formados pela interação de milhares de cromatóforos e pigmentos que podem mudar a cor da pele por expansão ou contração sob o controle do sistema nervoso. Baerends & Baerends-Van Roon (1950), descreveram alguns tipos de cromatóforos, através de vários sistemas, dentre os quais se destaca o sistema II que consiste na intensificação dos padrões de faixas verticais durante a agressão em muitos ciclídeos. Estas faixas são formadas pelos melanóforos, os eritróforos e os alóforos castanhos. De forma geral, a intensificação de padrões de cores tais como vermelho, marron, laranja e amarelo, pode durar de umas poucas horas ou até dias para expandir ou contrair estes pigmentos. Este sistema tem grande importância para a comunicação em períodos de longo termo tais como a atividade reprodutiva, a dominância, entre outros.

Baerends & Baerends-Van Roon (1950) descreveram os padrões de coloração e seus significados em *Cichlasoma meeki*, *C. biocellatum*, *C. severum*, *C. bimaculatum*, *Aequidens latifrons*, *Haplochromis multicolor* e *Tilapia natalensis*. Estes autores concluíram que o maior

grau de mudança na cor ocorreu quando um peixe passa de uma condição não reprodutiva para a reprodutiva. Isto se dá quando um desenvolvimento gradual dos eritróforos e alóforos pode ocorrer. As mudanças lentas na coloração das faixas sugerem que estas são controladas principalmente por secreções hormonais. Desta forma, um peixe sob a motivação não-reprodutiva não parece ser capaz de contrair os melanóforos, onde um peixe no modo reprodutivo habitualmente faz.

Voss (1977) estudou quão possível os dados etológicos podem ser usados no campo da sistemática e filogenia para confirmar e substituir conclusões baseadas na morfologia. Concluiu que os padrões de coloração são extremamente úteis para diferenciar e caracterizar não apenas grupos de espécies ou gêneros, mas também espécimes individuais.

Numa abordagem etológica, a existência de dois tipos de cuidado parental (biparental e uniparental) foi refletida nos padrões de coloração. Assim, espécies que mostram comportamento biparental (na qual o macho e a fêmea cuidam da desova) têm geralmente padrões de coloração reduzidos (Voss, 1977).

### **1.1.5 PADRÕES DE COLORAÇÃO**

*A. ocellatus* é um ciclídeos neotropical monógamo e sexualmente monomórfico, onde os dois sexos estabelecem e defendem sítios de reprodução. Os indivíduos são tipicamente verde – oliva a marron-chocolate em coloração dominante, com marcas conspícuas nos flancos que variam de amarelas, laranja ou vermelhas (Beeching, 1995). Os carotenóides geralmente são depositados (com a ingestão de alimento) na musculatura, pele e escamas dos peixes, principalmente pela sua função antioxidante e como mecanismo de atração sexual, segundo este autor.

Beeching (1997), após testar a relação da dieta e seu efeito na reprodução de *Astronotus ocellatus*, concluiu que uma alimentação composta por ração comercial peletizada para ciclídeos, e exemplares vivos de peixe mosquito *Gambusia affinis*, em condições ideais, os peixes rapidamente entraram em estágio reprodutivo ao construir ninhos no substrato e o desenvolvimento de manchas alaranjadas sobre os flancos corporais.

Com o potencial comprovado do *Astronotus ocellatus* para sua comercialização como peixe ornamental, sua proibição de coleta em ambientes naturais pelo IBAMA e seus estoques naturais precisando ser conservados. O cultivo em cativeiro da espécie torna-se uma importante ferramenta na conservação, partindo deste ponto o trabalho pretende ao seu final fornecer conhecimentos básicos referentes aos hábitos alimentares, potencial de crescimento, reprodução, comportamento em confinamento, e ainda aspectos referentes à coloração dos animais sendo estes importantes a sua comercialização.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho pretende estudar a dieta de *Astronotus ocellatus* em ambientes naturais e, com base nisto, avaliar o efeito de diferentes tipos de dietas, fornecidas em condições de cativeiro, no incremento em biomassa corpórea e na coloração reprodutiva da espécie.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificar as principais categorias alimentares de exemplares de *Astronotus ocellatus* capturados em ambientes naturais de lagos de várzea do médio rio Solimões.
2. Comparar o efeito devido à administração de diferentes tipos de dieta, em condições de confinamento, sobre a aquisição de massa corpórea.
3. Comparar o efeito destas mesmas dietas fornecidas em condições de cativeiro sobre a coloração carotenóide de *Astronotus ocellatus*.

## **3 HIPÓTESES**

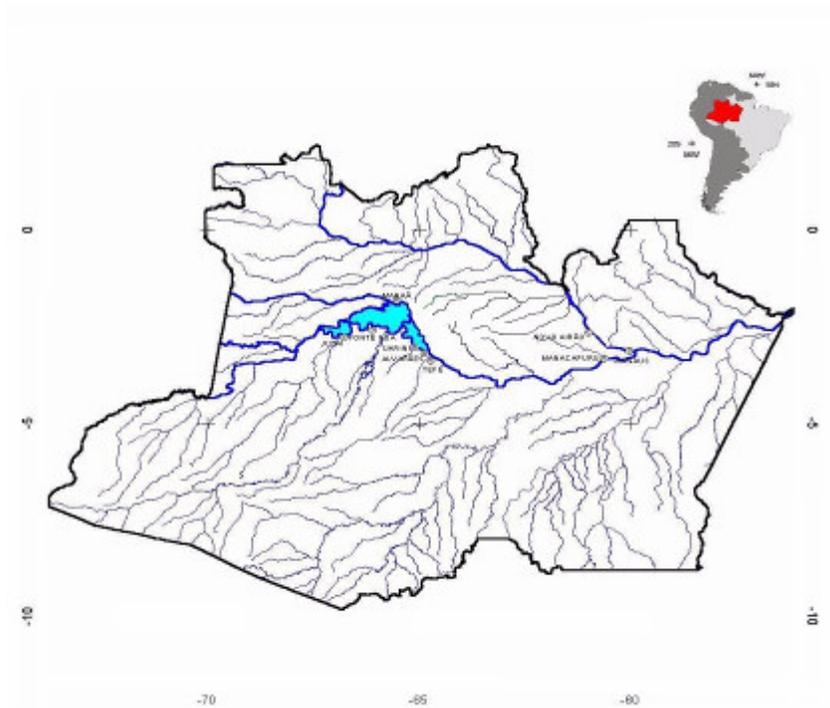
1. Existe um efeito intensificador na aquisição de biomassa em resposta aos diferentes tipos de dieta fornecida para os animais em ambiente artificial.
2. Existe um efeito intensificador da coloração vermelha da superfície corporal em resposta aos diferentes tipos de dieta fornecida para os peixes.

## 4 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado em duas etapas. A primeira teve o objetivo de identificar os principais grupos alimentares da dieta de *Astronotus ocellatus* através da análise dos conteúdos estomacais e intestinais de 153 e 63 indivíduos, respectivamente. A segunda visava comparar o efeito ocasionado pela administração de diferentes grupos da dieta, num ambiente artificial, sobre a aquisição de massa corpórea e na coloração vermelha dos indivíduos.

### 4.1 ESTUDO DA DIETA DE *Astronotus ocellatus* EM AMBIENTES NATURAIS DE LAGOS DE VÁRZEA DO MÉDIO RIO SOLIMÕES:

Na primeira etapa as atividades foram desenvolvidas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM), localizada na região do médio Solimões, na confluência dos rios Solimões e Japurá, entre as bacias do rio Solimões e Negro. Sua porção mais a leste fica nas proximidades da cidade de Tefé, no Estado do Amazonas. Esta é a maior reserva existente dedicada exclusivamente a proteger a várzea amazônica. Considerada uma área alagada de importância internacional, ela é inscrita como um dos sítios brasileiros da Convenção Ramsar, das Nações Unidas (Queiroz, 2005) (Fig. 01).



**Figura 01.** Localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá no Estado do Amazonas.

Para efeito da identificação das categorias alimentares dos animais em seu ambiente natural, os indivíduos foram coletados em vários pontos da reserva georeferenciados com auxílio de um GPS, durante o período de setembro de 2003 a agosto de 2004. Utilizou-se para captura diferentes instrumentos, como rede de arrasto e rapiché, porém o mais utilizado para esta captura foi o anzol.

Naquele período foram capturados 216 indivíduos que tiveram suas medidas de peso e comprimento corporal anotadas, assim como seu sexo. Após fixação do trato digestivo de cada exemplar em formaldeído a 10%, estes foram mantidos numa concentração de etanol a 70% e então os conteúdos estomacais e intestinais foram analisados qualitativamente, sob estereomicroscopia (lupa estereoscópica com magnificação de x50) (Fig. 02).

Os itens alimentares encontrados nos referidos conteúdos foram classificados usando como critério de agrupamento grandes categorias tais como: “moluscos”, “crustáceos”, “insetos”,

“peixes” e “vegetais”, além de material não identificado, seguindo proposta de Machado (1983). Classificados os itens alimentares, os mesmos foram pesados em balança digital com precisão de 0,01g (Fig. 02). Reassaltando-se que identificações a nível mais aprofundado não foram possíveis devido à fragmentação e alto grau de deteriorização dos itens encontrados.



**Figura 02.** Lupa estereoscópica utilizada para identificar as categorias alimentares e balança digital para pesar os conteúdos.

Para estimar o comprimento de primeira maturação sexual, os indivíduos da amostra foram distribuídos por classe de tamanho com amplitude de dez milímetros, e moda no valor central (Giamas *et al*, 1985). Para cada classe foi determinada a frequência de indivíduos sexualmente maduros segundo escala de maturação de Vazzoler (1996). Sendo estimado o tamanho de primeira maturação quando pelo menos 50% dos indivíduos de cada sexo esta sexualmente maduro ( $L_{50}$ ) (Vazzoler, 1996). Os dados foram log-transformados e posteriormente ajustados a um modelo de equação logística (Eq. 1). Os dados de maturação gonadal utilizados na construção deste gráfico foram ajustados de acordo com o período de sazonalidade da reprodução do *A. ocellatus*, e com o tamanho dos animais capturados.

$$1/(1+EXP[-r(L-L50)]) \quad (\text{Eq.1})$$

Para corroborar este método, também foi desenvolvida uma outra técnica para definição do tamanho médio de primeira maturação sexual. O comprimento assintótico, referente ao ponto em que os animais estabilizam seu crescimento, foi calculado aplicando a relação proposta por Pauly (1980) que se fundamenta no comprimento máximo ( $L_{max}$ ) registrado para os indivíduos da espécie coletado na amostra (Eq.2). Esta relação parte do pressuposto de que os peixes da população podem atingir um comprimento assintótico ( $L_{\infty}$ ) se estes continuarem crescendo indefinidamente.

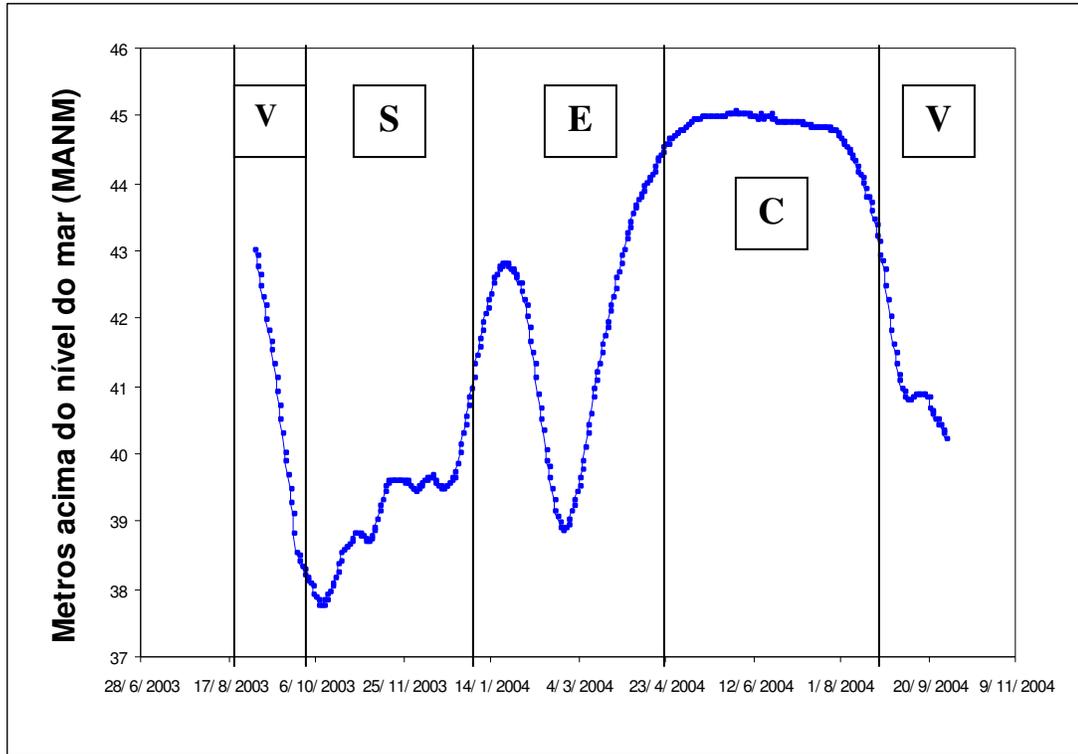
$$L_{\infty} = L_{max} / 0,95 \quad (\text{Eq. 2})$$

O comprimento médio da primeira maturação sexual ( $L_m$ ) foi calculado com base na equação empírica (Eq. 3), que relaciona o  $L_m$  com o comprimento assintótico  $L_{\infty}$ , segundo Froese & Binohlan (2000).

$$\log L_m = 0,8979 * \log L_{\infty} - 0,0782 \quad (\text{Eq. 3})$$

O regime do nível de água na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá durante o período do estudo foi obtido através de dados climáticos fornecidos pelo Instituto Mamirauá. Quatro períodos distintos foram identificados: um período de vazante (em setembro / 2003) um período de seca (entre outubro e novembro / 2003) um período de enchente (entre dezembro /

2003 e março / 2004) e um período de cheias (entre maio / 2004 e julho / 2004). A água atingiu o maior nível com 45 m.a.n.m e o menor valor com 37,73 m.a.n.m. (Fig. 03).



**Figura 03.** Regime de variação do nível da água durante o pulso de alagamento no período compreendido entre os anos de 2003 a 2004 (dados do Instituto Mamirauá).

Em seguida os indivíduos analisados foram agrupados por sexo, estágio de maturação (imaturos e maduros), e em quatro períodos sazonais: vazante, seca, enchente e cheia. Então, feita a análise dos conteúdos, calculou-se o índice alimentar para cada item, através do produto da frequência de ocorrência relativa e do peso relativo de cada item e da somatória dos produtos para todos os itens identificados, segundo a formulação proposta por Kawakami & Vazzoler (1980), (Eq. 4).

$$IA_i = F_i \times P_i / \sum (F_i \times P_i) \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde,

IA<sub>i</sub> = índice alimentar

Fi = frequência de ocorrência (%) do determinado item

Pi = peso (%) do determinado item

#### 4.2 ESTUDO DO EFEITO DA ADMINISTRAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE DIETA, EM CONDIÇÕES DE CONFINAMENTO, SOBRE A COLORAÇÃO E A AQUISIÇÃO DE MASSA CORPÓREA DE *Astronotus ocellatus*.

Para dar continuidade ao estudo foi realizada a captura de *Astronotus ocellatus*, desta vez na Ilha do Marajó-PA, coletados nesta região em virtude da facilidade de manejo, coleta, transporte e pela proximidade do local para experimentação, no mês de fevereiro/2006, utilizando-se como apetrecho de pesca a rede de arrasto. Os indivíduos foram capturados vivos nas proximidades das margens dos corpos de água conformados por habitat de galhadas e de arbustos, como mostra a figura 04.



**Figura 04.** Coleta de *Astronotus ocellatus* com auxílio de rede de arrasto

Foram capturados 20 indivíduos, que foram condicionados em piscinas plásticas e tratados com permanganato de potássio (Fig. 05). Posteriormente embalados em sacos plásticos com oxigênio para serem transportados de barco (Fig. 06) até o porto de Belém, e então levados ao local onde se desenvolveu o estudo em ambiente artificial, na Estação de Piscicultura Carlos Estevão de Oliveira, localizada no Parque Ambiental do Utinga, em Belém (Fig. 07).



**Figura 05.** Tratamento dos peixes com permanganato de potássio.



**Figura 06.** Vista do porão do barco que transportou os animais até o porto de Belém.



**Figura 07.** Acondicionamento dos peixes em sacolas plásticas para chegada em Belém.

Para o recebimento dos animais capturados foram preparados quinze (15) aquários na estação de piscicultura, com renovação de água constante. Existia uma troca de água que permitia renovar a concentração de oxigênio existente no aquário. Segundo Arana (1997) a manutenção da concentração de oxigênio acima de 60% de saturação influencia positivamente o consumo da alimentação dos peixes. Realizou-se a aclimatação dos animais para reduzir o impacto causado pela diferença de temperatura da água de transporte e com a água do aquário (Fig. 08).

Os animais se adaptaram às condições de cativeiro por 05 dias de quarentena e então passaram a receber ração comercial com 28% de proteína bruta, durante três semanas, com objetivo de uniformizar a dieta antes de iniciar o experimento.



**Figura 08** – Um dos procedimentos para a aclimatação dos peixes nos aquários; a redução do impacto causado pela diferença na temperatura da água na Estação de Piscicultura Carlos Estavão de Oliveira, Belém (PA).

Com base nos resultados obtidos na primeira etapa e com base na literatura sobre a espécie, elaborou-se o delineamento experimental com cinco tratamentos: T<sub>1</sub> - Ração comercial (controle); T<sub>2</sub> – Músculo de peixe; T<sub>3</sub> – Moluscos, T<sub>4</sub> - Insetos; T<sub>5</sub> – Crustáceos. Cada tratamento teve três réplicas, perfazendo uma unidade experimental com 15 aquários.

A duração do experimento foi de quarenta dias. Ao longo desse período foi obedecida uma rotina no manejo dos animais, que pode ser descrita da seguinte forma:

**a) Rotina Diária:** A alimentação dos animais se deu através administração das dietas com ração comercial para peixes, músculo de peixe, moluscos, insetos e crustáceos obedecendo ao cálculo de 10% da biomassa de cada peixe. A administração foi realizada jogando-se pequenas porções desses alimentos nos aquários de forma gradativa. Após duas horas o alimento que não fora ingerido pelos peixes foi então retirado do aquário, com auxílio de um puçá, e anotados seus pesos. Esta informação (e a da quantidade fornecida de alimentos) permitiu saber a quantidade de alimento ingerido diariamente pelos peixes. Diariamente se observava a quantidade de excretas, com objetivo de realizar a limpeza dos aquários através da técnica do sifonamento, retirando-se as impurezas com uma mangueira plástica.

**b) Rotina em intervalos de dez dias:** Obedecendo aos intervalos de 0, 10, 20, 30 e 40 dias de experimento foi realizada a biometria dos peixes, anotando-se seu peso e comprimento objetivando avaliar o ganho na massa corpórea de cada indivíduo (Fig. 09). E nos intervalos de 0 e 20 dias os indivíduos foram também fotografados, para avaliação do índice de intensidade da coloração vermelha.



**Figura 09** - A rotina realizada em intervalos de dez dias quando os peixes eram pesados em balanças e em seguida eram medidos seus comprimentos.

O cálculo da quantidade de alimento realmente ingerido diariamente pelos peixes foi alterado pela quantidade de água embebida no alimento durante o intervalo de duas horas de imersão no aquário, antes da pesagem.

Com objetivo de eliminar esta fonte de erro, foi construída uma curva de encharcamento para cada tipo de alimento. Colocaram-se as mesmas porções dos alimentos com peso conhecido em um recipiente contendo água e, em intervalos de quinze minutos, procedia-se a pesagem dos itens alimentares. Com os resultados foi construída uma curva de peso encharcado por tempo de imersão. Com esses resultados foi possível fazer a correção do peso do alimento refogado, e conhecer o real peso ingerido todos os dias pelos animais.

A análise do Índice de Intensidade de Coloração Vermelha foi baseada na metodologia proposta por McDonald *et al.* (1995) e Hamilton & Poulin (1999). Com uso de uma máquina

fotográfica digital, cada exemplar foi fotografado individualmente, junto com um padrão designado da coloração vermelha (Fig. 10). A variação de luminosidade para cada fotografia foi anulada, pelo uso retido do mesmo padrão para todas as fotografias de todos os exemplares.



**Figura 10** – Fotografia do peixe para análise da Intensidade de Coloração Vermelha com auxílio do padrão designado para cor vermelha.

O índice da cor vermelha de cada peixe foi obtido utilizando-se o programa computacional Adobe Photo Shop versão 6.0, que comparou a intensidade de coloração vermelha do padrão designado com a intensidade da cor vermelha do ocelo e da coloração lateral difusa de cada peixe analisado (Fig. 11). O programa computacional apresenta uma escala de intensidade de vermelho, com valor mínimo de zero (0) e valor máximo de duzentos e cinquenta e cinco (255) pontos. O valor mínimo representa ausência de cor vermelha em cada pixel de imagem analisada, e o valor máximo a maior quantidade de vermelho mensurável pelo programa em cada pixel.

Para cada fotografia foi obtida a média do valor de vermelho de dez pontos do padrão e dez pontos da coloração do ocelo e da coloração lateral difusa de cada peixe analisado (Fig. 11) para produção de médias. Para se obter o índice da intensidade da coloração vermelha (IICV) utilizou-se a (Eq. 5)

$$\text{IICV} = 255 - (\text{Xp} - \text{Xc}) \quad (\text{Eq 5})$$

Onde,

IICV – Índice da Intensidade de Coloração Vermelha

Xp – Média da Coloração do Padrão

Xc – Média da Coloração do Ocelo ou da Lateral Difusa

Para efeito de comparação da acentuação da coloração vermelha entre os tratamentos alimentares realizados no decorrer de 20 dias de experimento, utilizou-se o Incremento da Coloração Vermelha do ocelo e da linha lateral difusa, obedecendo a seguinte eq.(6):

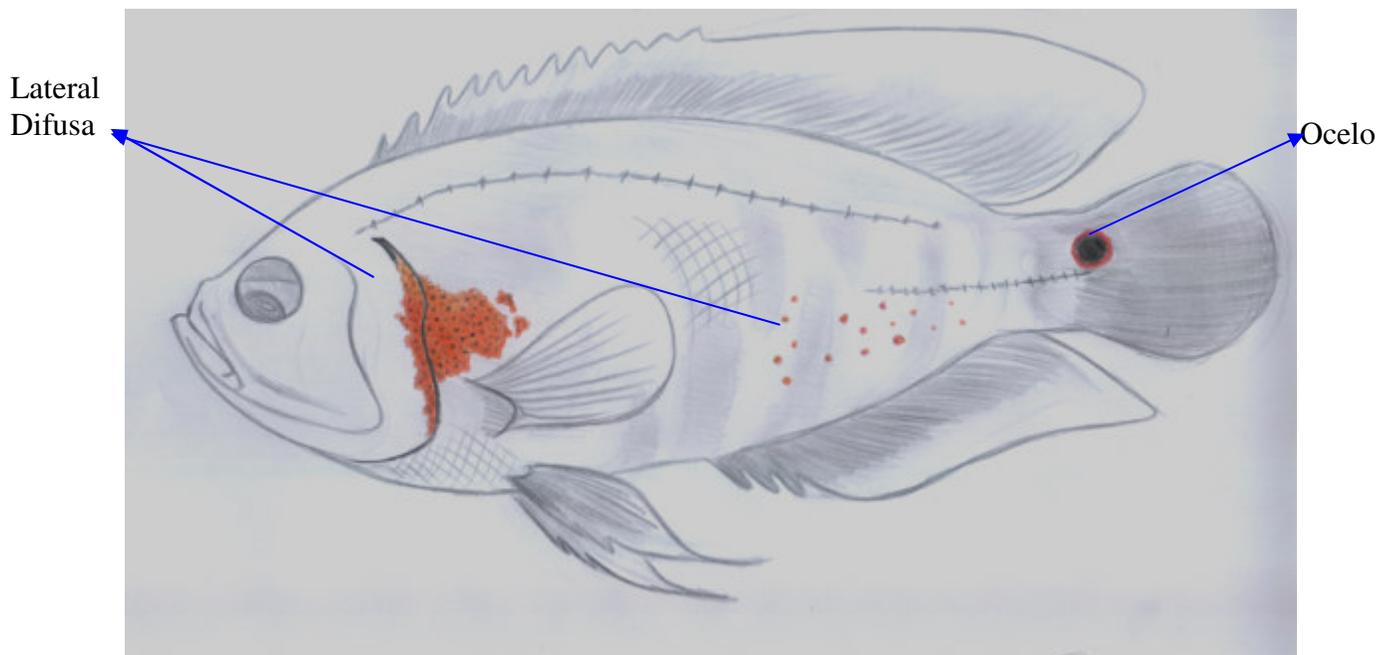
$$\text{IICV} = (\text{IICV}_{t_2} - \text{IICV}_{t_1}) / \text{IICV}_{t_2} \quad (\text{Eq 6})$$

Onde,

IICV - Índice de Incremento da Coloração Vermelha;

IICV  $t_1$  - Índice de Intensidade de Coloração Vermelha no tempo 01

IICV  $t_2$  - Índice de Intensidade de Coloração Vermelha no tempo 02



**Figura 11.** Diagrama de um acará-açu os dois tipos de coloração vermelha dos animais: o ocelo e a coloração lateral difusa.

Com o fornecimento de diferentes categorias alimentares aos *Astronotus ocellatus*, foi possível fazer uma avaliação desse papel individual na aquisição de massa corpórea. Comparando-se os pesos e comprimentos iniciais dos animais com os finais, foi verificada a existência ou não do aumento na massa corpórea de cada deles.

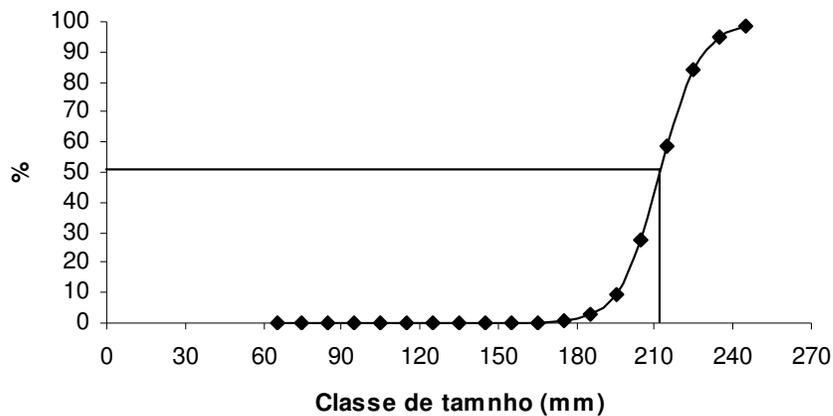
Todos os dados coletados foram armazenados num banco de dados em Excel e analisados com ajuda do pacote estatístico Bio Estat versão 4.0 analisando-se os resultados através da Análise de variância (ANOVA) e quando necessário o teste “t-student”. A normalidade dos dados foi testada pelo teste de D’ Agostino no mesmo pacote estatístico.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

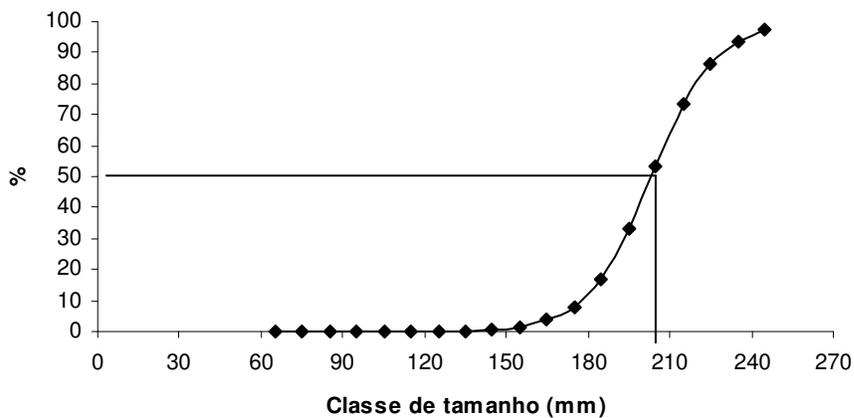
### 5.1 ESTUDO DA MATURAÇÃO SEXUAL

#### 5.1.1 Definição do tamanho da primeira maturação sexual

O comprimento da primeira maturação ( $L_{50}$ ) para os machos foi de 212,36 mm (Fig. 12) e para as fêmeas de 203,34 mm (Fig.13).



**Figura 12.** Curva de primeira maturação para os machos de *Astronotus ocellatus* entre 2003 e 2004.



**Figura 13.** Curva de primeira maturação para as fêmeas de *Astronotus ocellatus* entre 2003 e 2004.

O comprimento assintótico foi calculado aplicando a relação proposta por Pauly (1980). Durante o período de estudo na Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá foi registrado um comprimento máximo de 246 mm. Utilizando-se a equação (Eq. 1) (pg. 15):

$$L_{\infty} = 246 / 0,95$$

$$L_{\infty} = 258,94$$

O comprimento médio da primeira maturação sexual ( $L_m$ ) foi calculado com base na equação empírica (Eq. 2) (pg. 15):

$$\log L_m = 0,8979 * \log L_{\infty} - 0,0782$$

$$\log L_m = 0,8979 * \log 258,94 - 0,0782$$

$$L_m = 185 \text{ mm}$$

Segundo Braga (1962) *A. ocellatus* atinge a primeira maturação gonadal com 10 a 12 meses de idade, ou seja, ao fim do seu primeiro ano de vida. Neste momento, acreditamos que os animais devam ter um tamanho médio variando de 18 a 22cm, como mostram os resultados deste trabalho. Esses resultados são similares aos de Silva *et al* (1993) que, utilizando casais maduros de *A. ocellatus* para estudo reprodutivo, trabalharam com animais de comprimento total médio de 22,1cm.

## **5.2 ESTUDO DA DIETA DE *Astronotus ocellatus* EM AMBIENTES NATURAIS DE LAGOS DE VÁRZEA DO MÉDIO RIO SOLIMÕES:**

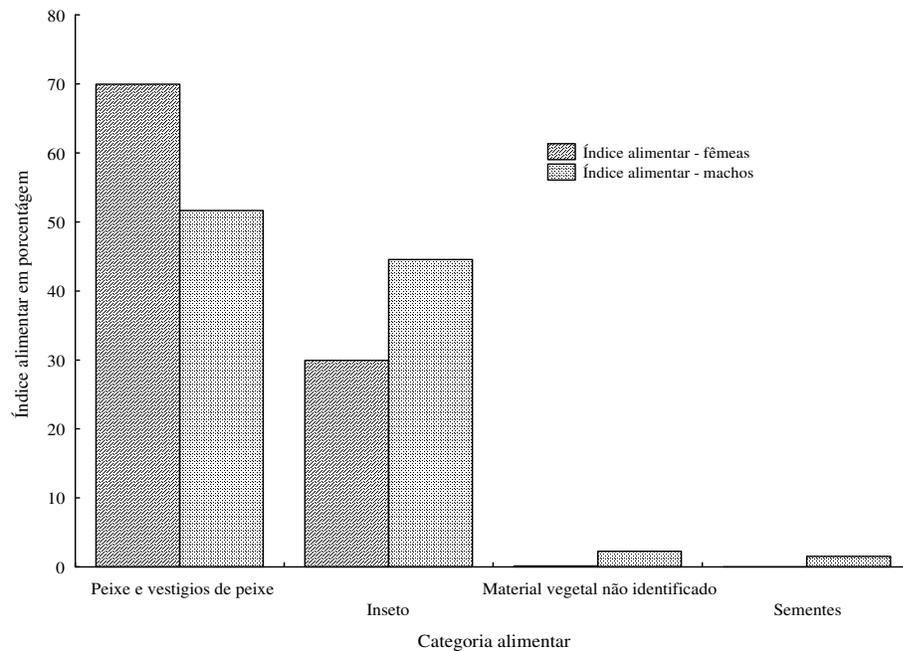
### **5.2.1 Análise da dieta natural dos animais**

Dentre os 153 estômagos analisados encontrou-se 64% sem conteúdo alimentar. Destacando-se o mês de outubro/2003 e fevereiro/2004 quando, de um total de 30 e 19 estômagos avaliados, respectivamente, apenas 2 e 4 se encontraram com algum alimento, respectivamente.

Um padrão similar, com alto número de estômagos vazios, já foi registrado por Machado (1983) e Menezes (1962) que encontraram grande percentual de estômagos vazios para mesma espécie, cerca de 28%. Albuquerque (1980), Augusto *et al.* (1979) e Jeffrey (1972) salientam que a espécie é onívora, apresentando forte tendência a piscivoria, este tipo de dieta do *A. ocellatus* pode explicar este grande percentual de estômagos vazios encontrados nesta espécie, uma vez que os alimentos como peixes são de rápida digestão.

O conteúdo alimentar de *Astronotus ocellatus* identificado na área de estudo foi conformado por quatro categorias: “peixes e vestígios de peixes”, “insetos”, “material vegetal não identificado” e “sementes”. Na figura 14 é possível observar que existiu uma maior ingestão de “peixes” assim como “insetos” quando comparamos com as demais categorias alimentares. Isto é demonstrado pelo índice alimentar das fêmeas (69,9% para “peixes” e 22,93% para “insetos”) e dos machos (51,6% para “peixes” e 44,56% para “insetos”). Mackaye (1978) relatou que os ciclídeos em geral apresentam grande diversidade de categorias alimentares, entre as quais se destacam os insetos e peixes. Augusto *et al.* (1979), Jeffrey (1972) e Machado (1977) salientam que a tendência à piscivoria/insetivoria da espécie aumenta à medida que os animais envelhecem.

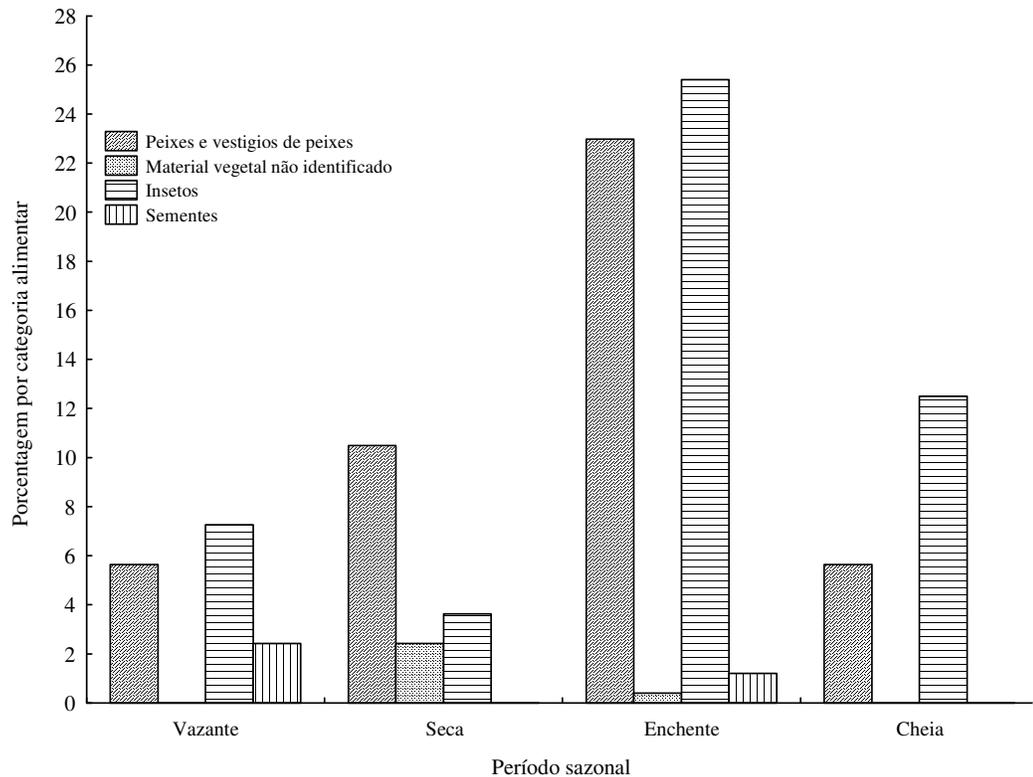
Os dados demonstram que as fêmeas e os machos possuem hábito alimentar similar, pois ambos apresentam mesma ingestão alimentar, com o item “peixe” seguido de “insetos”, sendo comprovado através da ANOVA ( $p=0,995$ ).



**Figura 14.** Índice alimentar das categorias alimentares, encontradas nos conteúdos estomacais de cada sexo na RDSM. (n Fêmeas = 24; n Machos = 31)

Considerando-se os animais agrupados na variação sazonal, verificou-se que os “peixes” têm sua maior frequência de ocorrência nos conteúdos de *A. ocellatus* coletados durante a enchente, e a menor nos da cheia (Fig. 15). Assim como os “peixes”, os “insetos” também apresentam sua maior frequência de ocorrência nos meses que compreendem o período de enchente, e na seca foi encontrada sua menor frequência (Fig. 15). As categorias alimentares “material vegetal” e “sementes” se apresentam com baixa frequência de ocorrência em todas as estações sugerindo que estes itens possam ser considerados como acidentais.

Segundo Pereira (appud Machado, 1983), *Astronotus ocellatus* é de hábito carnívoro, com preferência por peixes. Entretanto na cheia a maior frequência foi dos “insetos”. Estes resultados sugerem que *A. ocellatus* pode ser categorizado como um peixe piscívoro oportunista, porém sua característica com tendência carnívora continua prevalecendo.

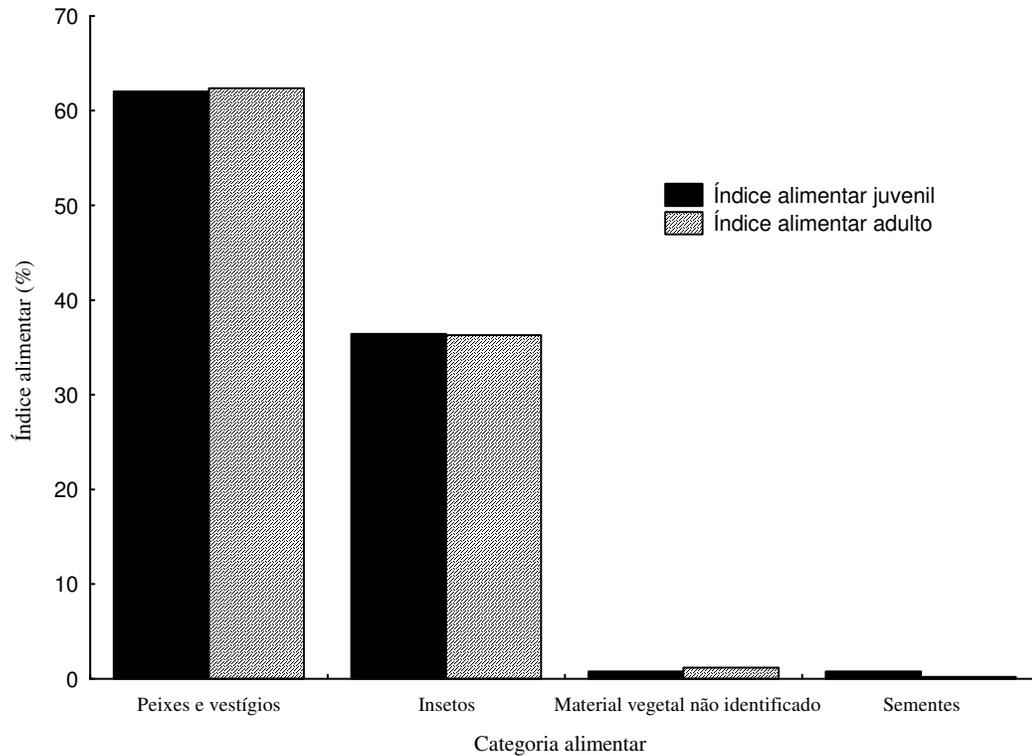


**Figura 15.** Participação em peso das categorias alimentares na variação sazonal na análise dos conteúdos estomacais. (n = 54)

Os exemplares foram separados em jovens e adultos de acordo com o comprimento médio da primeira maturação sexual de 185 mm, que fora calculado através da fórmula empírica de Froese & Binohlan (2000). O comprimento  $L_m$  foi escolhido para separar a amostra (em detrimento de  $L_{50}$ ) por ser o valor menor, e mais inclusivo. Ele garante que uma maior quantidade de adultos sejam analisados como tal.

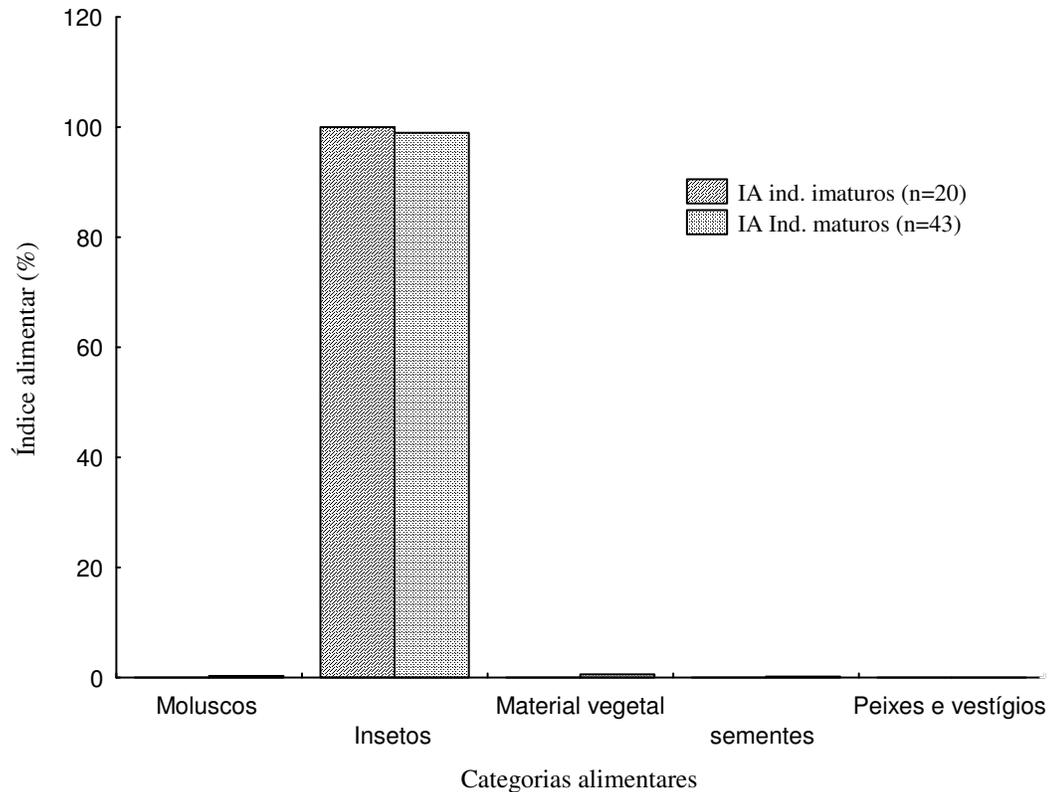
Fazendo a análise da dieta dos exemplares jovens e adultos de *A. ocellatus* a maior ingestão alimentar encontrada em ambos foi de “peixes”, seguida de “insetos”, como mostra a figura 16. Estes resultados corroboram os anteriores, que caracterizam *Astronotus ocellatus* como de hábito carnívoro. Achados similares registrados por Braga (1962) mostraram que mesmo com uma categorização dos jovens e adultos como onívoro, a tendência deste peixe é ao hábito carnívoro com predomínio de piabas (ou outros pequenos peixes), camarões, moluscos e insetos.

Esta maior ingestão por uma dieta conformada pelos peixes também se justifica, segundo Alcock (1975), pelos caracteres morfológicos dos animais, tais como a disposição e o formato dos olhos (que definem a orientação visual) e que lhe conferem a característica de um predador principalmente piscívoro, com olhos grandes e hábitos geralmente diurnos.



**Figura 16.** Índice alimentar em relação ao estágio de maturação sexual de *A. ocellatus* na análise do conteúdo estomacal. (n<sub>Juvenil</sub> = 20; n<sub>Adulto</sub> = 35)

A análise dos conteúdos intestinais dos exemplares de *Astronotus ocellatus* mostra que a categoria alimentar encontrada com maior frequência foram “insetos” (Fig. 17).

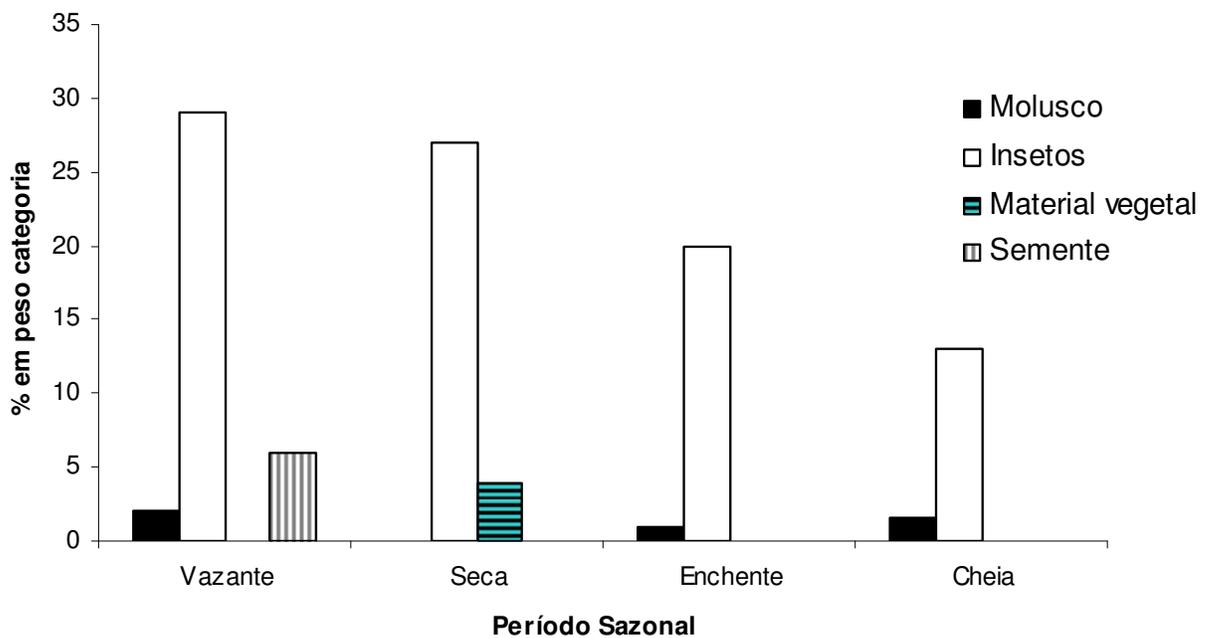


**Figura 17.** Índice alimentar em relação ao estágio de maturidade sexual de *A. ocellatus* na análise do conteúdo intestinal. (n<sub>Imaturo</sub> = 20; n<sub>Maturo</sub> = 43)

No tubo digestivo, a categoria “material vegetal” ocorreu no período da seca nos intestinos (Fig. 18). Isto sugere que este peixe possui hábitos de ocupar as margens com vegetação, onde possivelmente a ingestão do material vegetal esteja associada a um consumo ocasional no momento de captura de alguma presa, e não necessariamente facultativo. Machado (1983) estudando o comportamento alimentar do *A. ocellatus* relatou que a ingestão de material vegetal é acidental e são normalmente ingeridos juntamente com presas que se encontram próximos à vegetação, tais como pequenos Characidae e Locariidae, assim como outros itens alimentares tais como moluscos e crustáceos, também registrados por Mckaye (1978).

A categoria alimentar “insetos” teve sua maior frequência de ocorrência nos intestinos na vazante, e partir daí sua ingestão foi sendo diminuída até a cheia (Fig. 18). Registra-se também que nos períodos de vazante, enchente e cheia foi encontrada, ainda que em baixa frequência de ocorrência, no conteúdo do intestino a categoria alimentar “moluscos”.

Estes resultados confirmam que o regime alimentar deste peixe é carnívoro com tendência a maior ingestão de insetos na época da enchente, confirmando resultados obtidos com a análise dos estômagos.



**Figura 18.** Porcentagem em peso das categorias alimentares na variação sazonal do conteúdo intestinal. (n = 63)

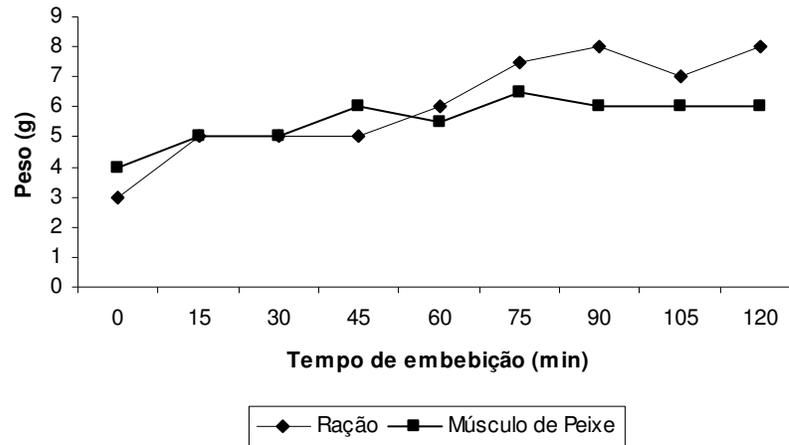
### 5.3 ESTUDO DO EFEITO DA ADMINISTRAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE DIETA, EM CONDIÇÕES DE CONFINAMENTO, SOBRE A COLORAÇÃO E A AQUISIÇÃO DE MASSA CORPÓREA DE *Astronotus ocellatus*.

Estudando a dieta de *Astronotus ocellatus*, capturados na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, identificaram-se na análise dos conteúdos estomacais as categorias alimentares de “peixes”, “insetos”, “material vegetal” e “sementes”, e nos conteúdos intestinais a categoria “molusco” além das demais já encontradas no estômago. Aqueles dados serviram de base para compor os tratamentos para segunda etapa do estudo. Os crustáceos foram incluídos pelas menções da literatura, como Mckaye (1978), Machado (1983) e Braga (1962).

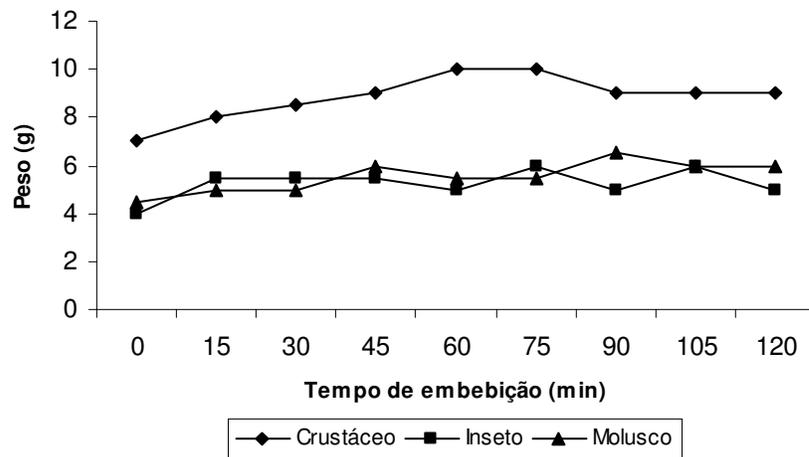
#### 5.3.1 Curva de Encharcamento:

Nas figuras 19 e 20 encontramos que todas as dietas obtiveram um aumento do seu peso ao longo do tempo de imersão em virtude da quantidade de água embebida. O tratamento 01 (ração) teve um acréscimo em seu peso de 133,3% em relação ao peso inicial, seguido do tratamento 02 (músculo de peixe) que apresentou um aumento de 50% e as demais dietas tiveram um aumento em torno de 30% do peso inicial.

Com base nesses dados foi calculado o peso real ingerido pelos animais todos os dias, verificando-se a possibilidade de existir uma correlação entre o ganho de peso do animal e o alimento ingerido durante o período do experimento.



**Figura 19.** Curva de encharcamento das dietas “ração” e “músculo de peixe”.



**Figura 20.** Curva de encharcamento das dietas “crustáceo”, “inseto” e “molusco”.

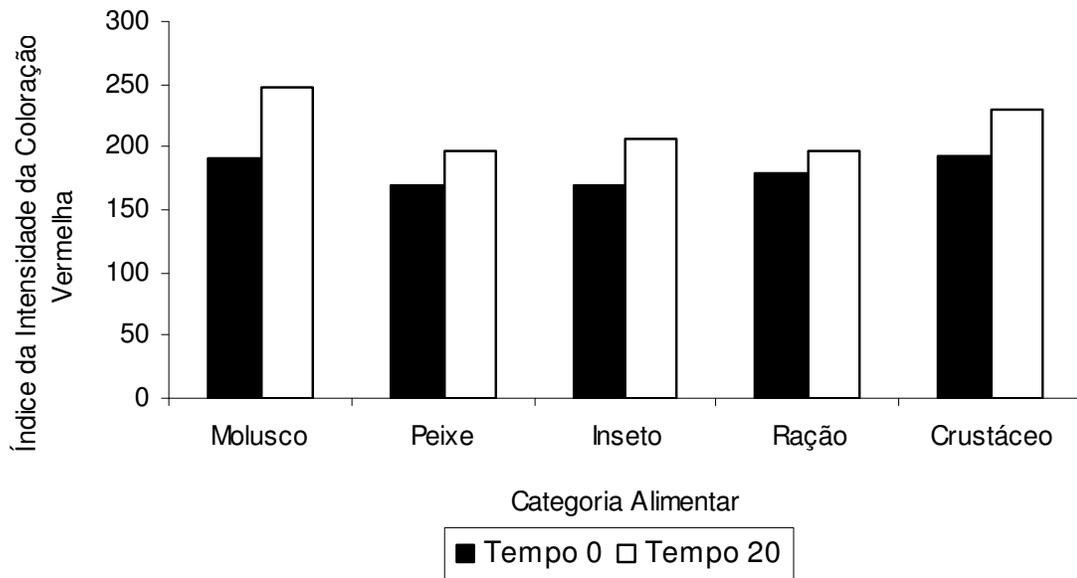
### 5.3.2 Efeito na Intensidade da Coloração Vermelha no ocelo:

Os valores obtidos do índice da intensidade da coloração vermelha mostram que houve um aumento significativo na intensidade da coloração vermelha dos ocelos dos *A. ocellatus*, para todas as dietas que compunham os tratamentos (Fig. 21). O tratamento realizado com a dieta de molusco apresentou o maior índice de intensidade de coloração vermelha ao final de 20 dias,

247,43. A dieta composta de crustáceo resultou num índice de 229,36, a de insetos 205,83 e finalmente, a dieta de peixes em 196,06.

Como os animais foram mantidos em aquários e isolados uns dos outros, foi impedido o contato visual entre eles. Segundo Nelissen (1977) os ciclídeos possuem uma alta capacidade de comunicação através de mudanças nos padrões de coloração em respostas a intensidade de motivação visual.

Baerends & Baerends-Van Roon (1950) descreveram ainda que os padrões de coloração em *Cichlasoma meeki*, *C. biocellatum*, *C. severum*, *C. bimaculatum*, *Aequidens latifrons*, *Haplochromis multicolor* e *Tilapia natalensis* tiveram o maior grau de mudança quando os peixes passam de uma condição não reprodutiva para a reprodutiva, não sendo este o caso deste estudo.

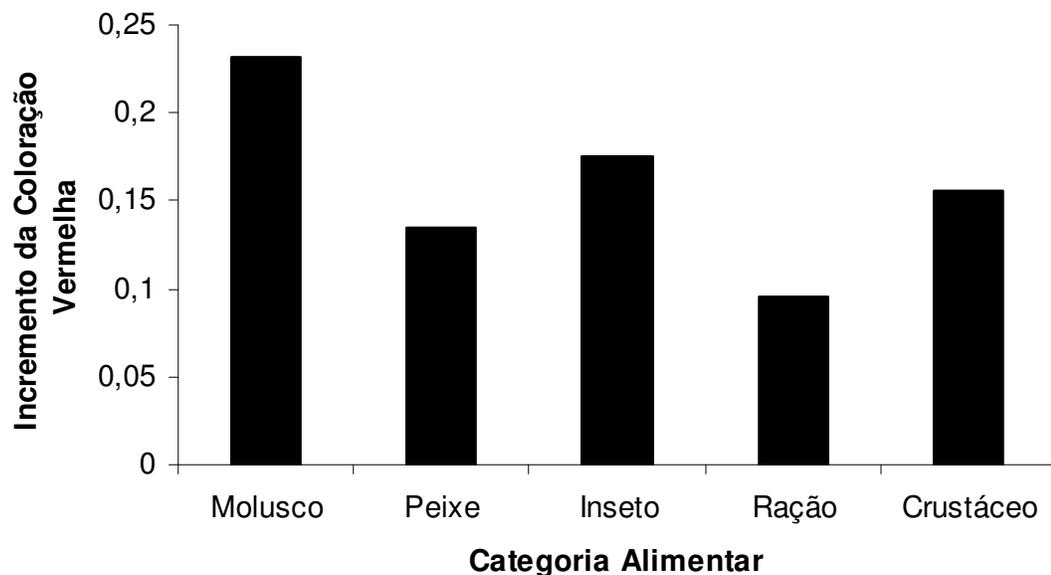


**Figura 21.** Índice da intensidade da coloração vermelha nos ocelos em decorrência das dietas de “molusco”, “peixe”, “inseto”, “ração” (controle) e “crustáceo” em intervalo de 20 dias.

Os índices de intensidade da coloração vermelha dos ocelos nos tempos de 0 e 20 dias (Fig. 21) apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), confirmado pelo teste “t-student”.

### 5.3.3 Incremento na Coloração Vermelha no ocelo:

Nos ocelos o tratamento 03 (molusco) atingiu o maior IICV, 0,2311, ou seja, ao longo de 20 dias de experimento teve uma acentuação na coloração vermelha de cerca de 23%. O tratamento 04 (insetos) apresentou 0,1749 de IICV. É importante ressaltar que todos os tratamentos utilizados trouxeram uma acentuação na coloração vermelha (Fig. 22).



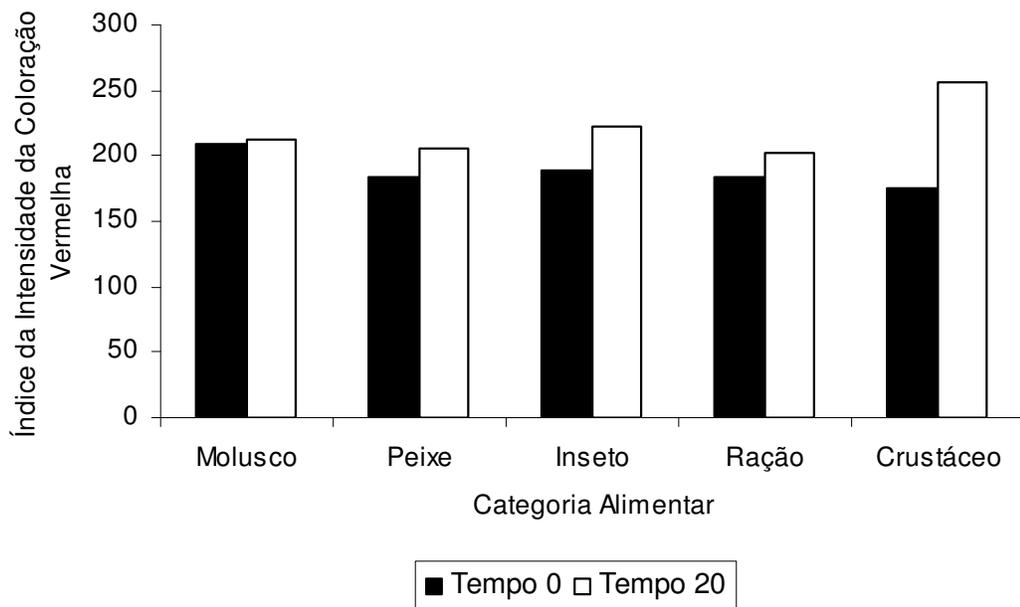
**Figura 22.** Incremento da coloração vermelha em relação às dietas “molusco”, “peixe”, “inseto”, “ração” (controle) e “crustáceo” em intervalo de 20 dias.

### 5.3.4 Efeito na Intensidade da Coloração Vermelha Lateral Difusa:

Esta análise também foi feita comparando-se os animais no tempo 0 (início do experimento) e após 20 dias. Os valores obtidos do índice da intensidade da coloração vermelha

mostram que houve um aumento significativo na intensidade da coloração vermelha lateral difusa dos *A. ocellatus*, quando fornecidas as dietas que compunham os tratamentos de 01 a 05 (Fig. 23). O tratamento 05 (crustáceos) gerou o maior índice final, 255,56. Seguido do tratamento 04 (inseto) que resultou num índice de 223,1. Os demais tratamentos também apresentaram aumento em seus índices de intensidade de coloração, porém em valores menores.

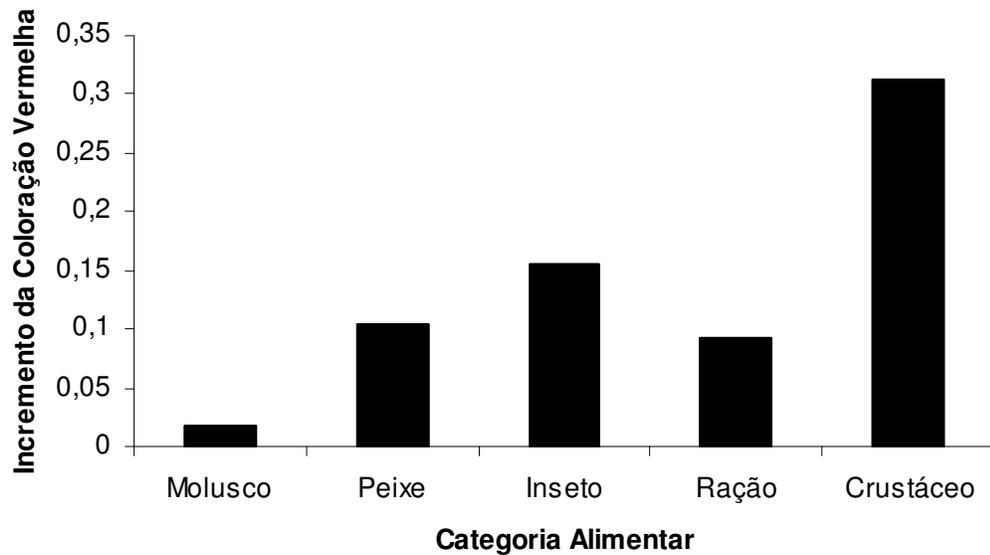
Os índices de intensidade da coloração vermelha lateral difusa nos tempos de 0 e 20 dias (Fig. 23) apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) no teste “t-student”.



**Figura 23.** Índice da intensidade da coloração vermelha lateral difusa em decorrências às dietas “molusco”, “peixe”, “inseto”, “ração” (controle) e crustáceo em intervalo de 20 dias.

### 5.3.5 Efeito no Incremento da Coloração Vermelha na lateral difusa:

Na lateral difusa o tratamento 05 (crustáceos) atingiu o maior IICV de 0,3124, ou seja, ao longo de 20 dias de experimento teve uma acentuação na coloração vermelha lateral difusa de cerca de 31%. O tratamento 04 (insetos) obteve 0,1550 de IICV. Novamente, todos os tratamentos utilizados resultaram numa acentuação na coloração vermelha (Fig. 24).



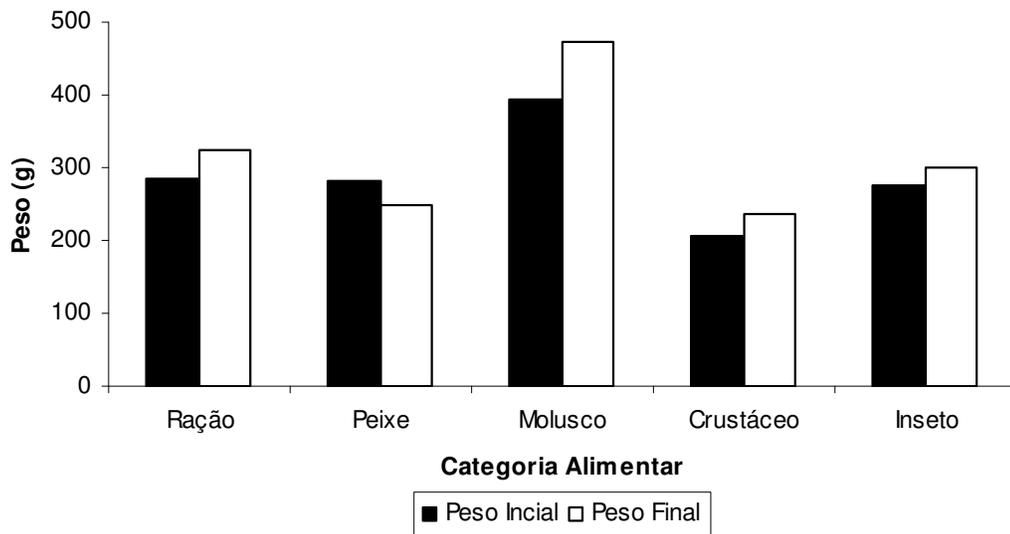
**Figura 24.** Incremento da coloração vermelha em relação às dietas “molusco”, “peixe”, “inseto”, “ração” (controle) e crustáceo em intervalo de 20 dias.

### 5.3.6 Efeito sobre a aquisição de massa corpórea:

Com a administração de diferentes tipos de alimentação que corresponderam aos tratamentos do experimento, registraram-se os pesos e comprimentos nos momentos de 0, 10, 20, 30 e 40 dias.

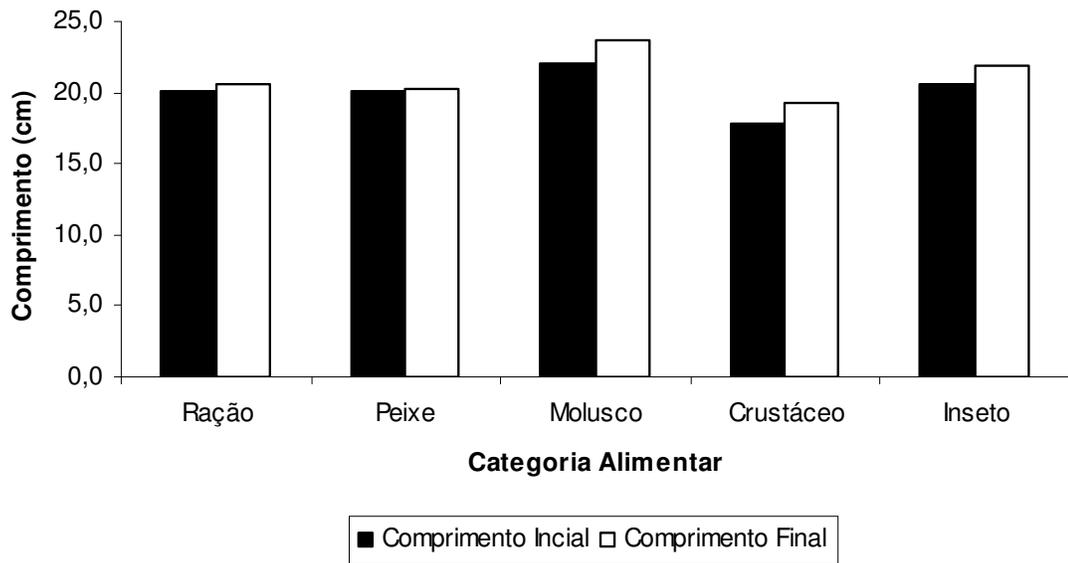
Na figura 25 comparamos as médias dos pesos iniciais e finais de *Astronotus ocellatus* ao longo dos 40 dias de experimento. Com isso percebeu-se um aumento na massa corpórea dos exemplares alimentados com os tratamentos 03 (molusco), (04) insetos e (05) crustáceos, além daqueles alimentados com o tratamento 01 (ração) controle do experimento. O tratamento 03 apresentou um ganho na massa corporal de 20% o tratamento 04 cerca de 9% e os exemplares alimentados com o tratamento 05 apresentou um aumento de 15%.

Os *Astronotus ocellatus* alimentados com o tratamento 02 (peixe) tiveram perda de massa corporal expressiva chegando a 12% em relação à biomassa inicial.



**Figura 25.** Comparação entre os pesos iniciais e os pesos finais dos *A. ocellatus* em relação às dietas aplicadas.

Em relação aos comprimentos iniciais e finais dos peixes ao longo do experimento, os resultados encontram-se na figura 26. Identificamos um acréscimo no comprimento dos animais em todos os tratamentos, sendo que os mais expressivos foram os tratamentos 03 (molusco) e 05 (crustáceo) em cerca de 8%. Os demais tratamentos proporcionaram aumento no comprimento dos animais, porém em um percentual inferior a 5%.



**Figura 26.** Comparação entre os comprimentos iniciais e finais dos *A. ocellatus* após a aplicação das cinco dietas.

Com o cálculo do peso real ingerido, através da curva de encharcamento, foi possível testar a possibilidade de uma correlação entre o ganho de peso do animal e o total de alimento ingerido durante 40 dias de experimento. O tratamento 01 (ração comercial) que neste estudo estava representando o controle, apresentou o  $r$  de 0,99, após este o tratamento 03 (molusco) teve um coeficiente de correlação positivo de aproximadamente 0,58. Isto indica que, com o aumento da ingestão de moluscos, houve um aumento importante no ganho de peso de *Astronotus ocellatus*. Embora não tenha ocorrido com a eficiência tão alta da conversão de biomassa observada no caso da ingestão de ração comercial. Os tratamentos 02 (peixes), 04 (insetos) e 05 (crustáceos) apresentaram coeficientes de correlações negativos (Tabela 01) indicando que o alimento ingerido não refletiu em ganho de peso do peixe, e sim em redução deste.

**Tabela 01.** Correlação entre o alimento ingerido e o peso ganho durante o experimento.

Indivíduos	Alimento (g)			PF - PI	Dieta	Correlação
	Oferecido	Retirado	Ingerido			
1	2019,2	838,64	1180,56	107,85	Moluscos	0,57764316
2	2483,8	919,57	1564,23	78	Moluscos	
9	963,6	356,12	607,48	50,3	Moluscos	
3	1098,8	486,12	612,68	-88,3	Peixes	-0,7029278
5	1161,6	534,2	627,4	10,9	Peixes	
11	529,6	168,25	361,35	55	Peixes	
4	1410,2	661,29	748,91	33,4	Insetos	-0,6323948
8	1366,2	642,62	723,58	-8,8	Insetos	
10	917,4	491,73	425,67	46,7	Insetos	
6	1100	816,95	283,05	62,3	Ração	0,99080949
13	917,4	803,28	114,12	-32,5	Ração	
15	1107,4	733,07	374,33	90	Ração	
7	785,4	424,15	361,25	44,8	Crustáceos	-0,3885176
12	1104,4	624,76	479,64	24,3	Crustáceos	
14	772,2	410,44	361,76	21	Crustáceos	

Na literatura pesquisada sobre manejo em cativeiro (Augusto, 1979 & Silva, 1993) desta espécie não foi encontrada nenhuma informação a respeito de aquisição de biomassa com a administração de diferentes dietas em ambientes de cultivo.

## 6 CONCLUSÃO

Com o término deste estudo foi possível concluir que:

1. O comprimento médio da primeira maturação sexual ( $L_m$ ) para os exemplares capturados na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá é de 185 mm, enquanto que o primeiro evento de maturação sexual se dá a 212,3 mm para machos e 203,3mm para fêmeas.
2. O conteúdo estomacal de *Astronotus ocellatus* identificado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá foi classificado em quatro categorias: “peixes e vestígios de peixes”, “insetos”, “material vegetal não identificado” e “sementes”, e a maior ingestão observada foi das categorias alimentares “peixes” e “insetos”.
3. A categoria alimentar “peixes” tem sua maior frequência de ocorrência no conteúdo estomacal durante a enchente e a menor na cheia, enquanto que a categoria alimentar “insetos” tem sua maior frequência de ocorrência no conteúdo estomacal durante a enchente e a menor na seca, mas nos períodos de vazante e cheia foi encontrada, ainda que em baixa frequência de ocorrência, no conteúdo do intestino a categoria alimentar “molusco”.
4. Tanto em indivíduos jovens quanto adultos a maior ingestão alimentar encontrada no conteúdo estomacal foi de “peixes” e “insetos”.
5. O tratamento realizado com a dieta de molusco apresentou o maior índice de intensidade de coloração vermelha no ocelo ao final de 20 dias; os animais alimentados com moluscos apresentaram uma maior acentuação na coloração vermelha nos ocelos, cerca de 23%, em relação aos demais tratamentos.
6. O tratamento realizado com a dieta de crustáceo gerou o maior índice de intensidade da coloração vermelha lateral difusa ao final de 20 dias; os animais alimentados com

crustáceo apresentaram uma maior acentuação na coloração vermelha na lateral difusa, cerca de 31%, em relação aos demais tratamentos.

7. Houve um aumento, ao longo de 40 dias de experimento, na massa corpórea dos exemplares alimentados com os tratamentos 03 (molusco) de cerca de 20%, 04 (insetos) de 9% e 05 (crustáceo) de 15%.
8. Houve um acréscimo no comprimento dos animais em todos os tratamentos, sendo que os mais expressivos foram os tratamentos 03 (molusco) e 05 (crustáceo) em cerca de 8%.
9. Com o aumento da ingestão de moluscos, houve um maior aumento no ganho de peso de *Astronotus ocellatus*.

## 7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALBUQUERQUE FILHO, G.C. 1980. **Piscicultura continental**. 2 ed. Editora Gráfica Rabelo Ltda. Belo Horizonte, 139p.
- ALCOCK, J. 1975. **Animal behavior: an evolutionary approach**. 2 ed. Sunderland, Sinauer Associates, 532 p.
- AUGUSTO, J.A.M.; NEPOMUCENO, F.H.; CARVALHO, J.N. 1979 Nota prévia sobre cultivo de alevinos de apaiari, *Astronotus ocellatus ocellatus* (Agassiz, 1829), utilizando-se três diferentes dietas, na Estação de Piscicultura “Valdemar C. de França” (Maranguape, Ceará, Brasil). *Boletim Técnico do DNOCS*, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 153-158.
- ARANA, L. V. 1997 **Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: Ed. Da UFSC.
- BAERENDS, G.P. 1986 The functional organisation of the reproductive behaviour in cichlid fish. *Annls Mus. R. Afr. Centr. Sci. Zool.*, No 251, 3-5.
- BAERENDS, G.P. & BAERENDS-VAN ROON, J. M. 1950 **Na introduction to the study of the ethology of cichlid fishes**. *Behaviour* (Supp.) 1, 1-243.
- BALDACCINI, N.E. 1973. An ethological study of reproductive behaviour including colour patterns of the cichlid fish *Tilapia mariae* (Boulenger). *Monitore Zoologico Italiano (N.S.)* 7: 246-290.
- BEECHING, S.C. 1995 Colour pattern and inhibition of aggression in the cichlid fish *Astronotus ocellatus*. *Journal of Fish Biology* 47, 50-58.
- BEECHING S.C. 1997 Functional groups in the social behavior of a cichlid fish, the Oscar, *Astronotus ocellatus*. *Behavioural Processes*, Volume 39, Number 1, 39(1): 85-93.
- BRAGA, R.A. 1962 **Apaiari ou acará-açú**, “*Astronotus ocellatus*” . Agassiz. Publi. Serv. DNOCS.Fortaleza, 2p.
- CHACON, J.O. 1982 Evolução do ovo, larva e alevino de apaiari, *Astronotus ocellatus ocellatus* Spix (Pisces, Cichlidae). **Coletânea dos trabalhos técnicos do DNOCS** Fortaleza: DNOCS, p. 137-156.
- CONSOLI, R.A.G.B.; GUIMARÃES, C.T.; do CARMO, J.A.; SOARES, D.M.; dos SANTOS, J.S. 1991 *Astronotus ocellatus* (Cichlidae:Pisces) and *Macropodus opercularis* (Anabatidae:Pisces) as predators of immature *Aedes fluviatilis* (Diptera:Culicidae) and *Biomphalaria glabrata* (Mollusca:Planorbidae). *Memória do Instituto Oswaldo Cruz*. 86(4):419-24.
- DEUTSCH, J.C. 1997. Colour diversification in Malawi cichlids: Evidence for adaptation, reinforcement or sexual selection. *Biol. J. Limn. Soc.* 62: 1-14.

- ENDLER, J.A. 1986. **Natural Selection in The Wild**. Princeton University Press.
- EVANS, M.R. & NORRIS, K. 1996. The importance of carotenoids in signaling during aggressive interactions between male fire-mouth cichlids (*Cichlasoma meeki*). *Behav. Ecol.* 7: 1-6.
- FERNALD, R.D. & HIRATA, N.R. 1979. The ontogeny of social behavior and body coloration in the African cichlid fish *Haplochromis burtoni*. *Zeitschrift fur Tierpsychologie* 50: 180-187.
- FONTENELE O. 1983 Contribuição para o conhecimento da biologia do apaiari, *Astronotus ocellatus*, (Spix) (Pisces, Cichlidae), em cativeiro: aparelho de reprodução, hábitos de desova e prolificidade. In **Coletânea de Trabalhos Técnicos do DNOCS**, Fortaleza, 41(1): 85-99.
- FROESE, R. & C. BINOHLAN. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *J. Fish Biol.*, 56:758-773.
- GIAMAS, M.T.D.; H. VERMULM JR. & V. SADOWSKI. 1985. Estimativa do comprimento médio da maturação sexual da “manjuba” *Anchoviella lepidentostole* (Fowler, 1911) (Osteichthyes, Engraulidae), em Registro (SP). *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 11: 107-113.
- GUNTHRIE, D.M. & MUNTZ, W.R.A. 1993. Role of vision in fish behaviour. In: **Behaviour of teleost Fishes**, 2<sup>nd</sup> edn (T.J. Pitcher, ed.), pp. 89-128. Chapman Hall, London.
- HAILMAN, J.P. (1977) **Optical Signals**. Indiana University Press, Bloomington, Ind.
- HULSCHER-EMEIS, T.M. (1986) Are colour markings in *Tilapia zillii* associated with motivational systems? *Annls Mus. r. Afr. cent. Sci. zool.*, 251, 35-8.
- JEFFREY, N.B. 1972 **Progress report on fisheries development in northeastern Brazil**. Aquacultures, Agricultural Experiment Station, Auburn University. Alabama, 10 p.
- KAWAKAMI, E. & VAZZOLER, G. 1980. Método gráfico e estimativa do índice alimentar aplicada no estudo da alimentação de peixes. *Bol. Ins. Oceanogr., São Paulo*, 29(2): 205-207.
- KEENLEYSIDE, M.H.A. (1978) Parental care behavior in fishes and birds, In **Contrasts in Behavior** (eds E. S. Reese and F.J. Lighter), John Wiley and Sons, New York, pp. 1-19.
- LEVINE, J.S. & MACNICOL, E.F., JR. (1982) Color vision in fishes. *Scient. Am.*, 246(2), 108-117.

- MACHADO, C.E. de M. 1977 **Criação prática de peixes: carpa, apaiari, tucunaré, peixe-rei, "black-bass", tilapia**. Ed. Distribuidora, 7ª ed. São Paulo, 120 p.
- MACHADO, F. de A. 1983 Comportamento e hábitos alimentares de quatro espécies de Cichlidae (Teleostei) no Pantanal Matogrossense. Dissertação de Mestrado Universidade Estadual de Campinas: UNICAMP, Departamento de Ecologia. Campinas-SP, 80p.
- MCKAYE, K.R. 1978. Explosive speciation: the cichlid fishes of lake Malawi. *Discovery*, 13 (1): 24-29.
- MENEZES, R.S.de. 1962 Informações sobre alimentação de peixes na bacia do Rio Parnaíba. *Boletim Cearense de Agronomia*, Fortaleza, n. 3, p. 55-60.
- NELISSEN, M. 1977 Contribution to the ethology of *Tropheus moorii* Boulenger (Pisces, Cichlidae) and a discussion of the significance of its colour patterns. *Revue. Zool. Afr.*, 90, 17-29.
- PAULY, D. 1980. **Fish populations dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators**. Studies and Reviews, 8 ICARM, Manila 325p.
- QUEIROZ, H.L. 2005 A reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá. *Estudos Avançados* 19 (54).
- SANTOS, E.P. 1978 **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura**. São Paulo, HUCITEC, Ed. da Universidade, 129 p.
- SEEHAUSEN, O.; VAN ALPHEN, J.J.M. & WITTE, F. 1997. Cichlid fish diversity threatened by eutrophication that curbs sexual selection. *Science* 277: 1808-1811.
- SILVA, J. W. B.; NOBRE, C. A.; CARVA-LHO, J. N. DE. 1982 Considerações sobre a reprodução e o aproveitamento de desovas do apaiari, *Astronotus ocellatus* (Cuvier, 1829) Swainson, 1839, na Estação de Piscicultura "Valdemar Carneiro de França" (Maranguape, Ceará, Brasil). *B. Téc. DNOCS*, Fortaleza, 40(2):193-216, jul./dez.
- SILVA, J.W.B. e; REGIS, R. C.; BEZERRA, A.T. 1993 Produção de alevinos de apaiari, *Astronotus ocellatus ocellatus* (Cuvier, 1829) Swainson, 1839, em viveiros. *Ciência Agrônômica*, Fortaleza, 24 (1,2): 22-26.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá, Eduem, 169p.
- VOSS, J. 1977 Les livrées ou patrons de coloration chez les poissons Cichlides africains. *Rev. fr., Aquariol.*, 4, 34-80.
- WILSON, E.O. 1975 **Sociobiology – The New Synthesis**. Belknap Press, Cambridge, Mass.