



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**CENTRO DE BIOCIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOBIOLOGIA**

**BHASKARA CANAN**

**DINÂMICA POPULACIONAL E ALIMENTAR DE *Stegastes fuscus***  
**(OSTEICHTHYES: POMACENTRIDAE) EM ARRECIFES DA PRAIA**  
**DE BÚZIOS, RIO GRANDE DO NORTE**

**NATAL/RN**  
**DEZEMBRO, 2007**

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

**BHASKARA CANAN**

**DINÂMICA POPULACIONAL E ALIMENTAR DE *Stegastes fuscus*  
(OSTEICHTHYES: POMACENTRIDAE) EM ARRECIFES DA PRAIA DE  
BÚZIOS, RIO GRANDE DO NORTE**

**ORIENTADORA : Professora Doutora SATHYABAMA CHELLAPPA**

**CO-ORIENTADOR : Professor Doutor ARRILTON ARAÚJO**

Tese apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, para obtenção do Título de Doutor em Psicobiologia.

**NATAL/RN**

**DEZEMBRO, 2007**

Divisão de Serviços Técnicos

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Canan, Bhaskara.

Dinâmica populacional e alimentar de *Stegastes fuscus*, (Osteichthyes: pomacentridae) em arrecifes da praia de Búzios, no Rio Grande do Norte.  
/ Bhaskara Canan. – Natal, RN, 2007.

111-p.

Orientadora: Sathyabama Chellappa

Co-Orientador: Arrilton Araújo

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.  
Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia.

1. *Stegastes fuscus* - Dinâmica populacional - Tese. 2. Peixe-donzela - Tese. 3. Praia de Búzios (RN) - Arrecifes - Tese. 4. Estrutura histomorfológica do trato digestório - Tese. I. Chellappa, Sathyabama. II. Araújo, Arrilton. III. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. IV. Título.

RN/UF/BCZM

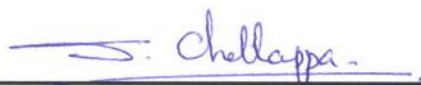
CDU 597.58(043.2)

Título: “Dinâmica populacional e alimentar de *Stegastes fuscus*  
(OSTEICHTHYES: POMACENTRIDAE) em arrecifes da praia de  
Búzios, Rio Grande do Norte”

Autor: **Bhaskara Canan**

Data da defesa: **14 de dezembro de 2007.**

Banca Examinadora:



---

**Prof. Sathyabama Chellappa (UFRN)**



---

**Prof. Arrilton Araújo (UFRN)**



---

**Prof. Gilson Luiz Volpato (UNESP)**



---

**Prof. José Zanon de Oliveira Passavante (UFPE)**



---

**Prof. Maria do Socorro Ribeiro Freire Cacho (UFERSA)**

**A meus pais, TEÓFILO (*in memorian*) e OLACI  
A minhas irmãs ANA GRAÇA e VALENTINA  
À DALUZ, BARRETO, LORENA, ANELLYSA,  
RENATO, RAFAEL e RODRIGO (*in memorian*)**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pela oportunidade concedida.

Ao SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, em especial ao Dr. Marcus Antonio Guedes Vasconcelos Fonseca, em tão diretor do CET Clóvis Motta, pela oportunidade concedida.

Ao Prof. Dr. Hélio de Castro Bezerra Gurgel pela dedicação e amizade com que me orientou e a quem devo mais do que é possível expressar em palavras.

À Profa. Dra. Sathyabama Chellappa, pela orientação, dedicação, estímulo e acima de tudo pela amizade.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia na pessoa do Prof. Dr. Arrilton Araújo, pelas facilidades concedidas durante o tempo de pesquisa e pela co-orientação.

Ao Prof. Dr. Naithirithi Chellappa por estar sempre disposto a ajudar em nossa pesquisa.

Aos colegas do Laboratório de Ictiologia, Felipe, Liliane, Naisandra e Wallace.

À Maria Neuma Varela Bacurau pela dedicação e amizade que demonstrou durante a elaboração deste trabalho.

À minha família pelo eterno apoio, amor e carinho nos momentos cruciais dessa pesquisa e da minha vida, especialmente a minha avó Rosa que dizia em árabe, sua língua materna “Que Deus te faça um doutor”, e ao meu tio José pela orientação superior.

A todos que colaboraram de maneira a tornar possível a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	RESUMO	VIII
	ABSTRACT	IX
	RELAÇÃO DE FIGURAS	X
1	INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1	Eossistemas Recifais	2
1.2	Comportamento Alimentar em Peixes de Eossistemas Recifais	4
1.3	Gênero em estudo: <i>Stegastes</i>	10
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1	Caracterização da área de estudo	16
3.2	Caracterização da espécie em estudo	21
3.3	Procedimentos	24
	3.3.1. Proporção entre os sexos	25
	3.3.2. Estrutura em comprimento	25
	3.3.3. Relações biométricas	25
	3.3.4. Estádios de repleção e índice de repleção	26
	3.3.5. Itens alimentares	27
	3.3.6. Variáveis ambientais	27
4	RESULTADOS	28
	<b>Artigo 1.</b> Temporal dynamics of feeding and reproduction in the Brazilian coral reef damselfish, <i>Stegastes fuscus</i>	31
	Abstract	33
	Introduction	34
	Materials and Methods	34
	Results	36
	Discussion	45
	Acknowledgements	48



References	49
<b>Artigo 2.</b> Morfo-histologia do trato digestório de <i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier) (Osteichthyes: Pomacentridae) em arrecifes no nordeste do Brasil	53
Abstract	55
Resumo	56
Introdução	57
Metodologia	58
Resultados	59
Discussão	69
Referências	75
5 DISCUSSÃO GERAL	81
6 CONCLUSÃO	87
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS	89
ANEXOS	

## RESUMO

O peixe-donzela, *Stegastes fuscus* Cuvier, 1830 (Osteichthyes: Perciformes: Pomacentridae), é abundante nos arrecifes costeiros da praia de Búzios, Rio Grande do Norte e desempenha um importante papel ecológico em comunidades recifais. O presente estudo investigou a dinâmica populacional e alimentar desta espécie levando em consideração o regime alimentar e a morfo-histologia do trato digestório. Avaliou-se a influência das variáveis ambientais, tais como, temperatura, pluviosidade e luminosidade em poças de maré. Foram realizadas coletas mensais no período de setembro de 2004 a agosto de 2005, durante as quais foram capturados 842 indivíduos de *S. fuscus*, sendo 125 machos, 437 fêmeas além de 280 indivíduos com sexo não identificado. A proporção sexual observada foi de 1 M : 3,5 F. Em relação ao comprimento total os valores para machos variaram de 3,6 a 11,3 cm, com média de 7,77 cm; para as fêmeas de 2,9 a 11,4 cm, com média de 7,85 cm e para os sexos agrupados de 2,9 a 11,4 cm, com média de 7,83 cm, não havendo diferenças entre os sexos quanto ao comprimento total. A espécie estudada apresentou um crescimento do tipo alométrico positivo e as equações obtidas para a relação entre peso total e comprimento total foram:  $W_t = 0,0174L_t^{3,1123}$  para machos;  $W_t = 0,0137L_t^{3,2294}$  para fêmeas e  $W_t = 0,0148L_t^{3,1928}$  para os sexos agrupados. A relação entre o comprimento total e o comprimento padrão foi  $L_t = 1,3223L_s + 0,1527$  para os sexos agrupados. Nesses peixes foi observado um período de repouso gonadal que se prolongou de fevereiro a agosto com a desova sendo realizada em janeiro e em setembro e outubro. Em relação ao regime alimentar, as maiores frequências de estômagos sem alimento ocorreram entre os meses de agosto a dezembro enquanto que as maiores frequências de estômagos com alimento ocorreram nos meses de janeiro a julho. Em função do volume de macroalgas em sua composição de dieta, a espécie *Stegastes fuscus* é considerada como preferencialmente herbívora e os aspectos morfo-histológicos confirmam essa preferência. Dentre os fatores abióticos considerados por ocasião do estudo utilizando *Stegastes fuscus*, apenas a pluviosidade influenciou significativamente no regime alimentar desta espécie.

**Palavras-Chave:** Dinâmica populacional, morfo-histologia, trato digestório, *Stegastes fuscus*.

## ABSTRACT

The damselfish, *Stegastes fuscus* Cuvier, 1830 (Osteichthyes: Perciformes: Pomacentridae), is abundant in the coastal reefs of Búzios Beach, Rio Grande do Norte, Brazil and they play an important role in the reef community ecology. The present study investigated the feeding strategy of this species considering the food habits and morfo-histology of the digestive tract. Influence of the environmental correlates such as temperature, rainfall and luminosity in the tidal rock pools were studied. The fish were captured on a monthly basis from September 2004 to August 2005, during which period 842 individuals of *S. fuscus* were captured, 125 males, 437 females and 280 individuals without sex identification. The sex ratio observed was 1 M : 3,5 F. The total body length of males varied from 3.6 to 11.3 cm, with a mean of 7.77 cm; that of females varied from 2.9 to 11.4 cm, with a mean of 7.85 cm, and that of sex grouped individuals varied from 2.9 to 11.4 cm, with a mean of 7.83. However, there was no difference between males and females in total body length. This species presented a positive allometric growth and the equations obtained for the relation between body mass and total body length were:  $W_t = 0,0174L_t^{3,1123}$  for males;  $W_t = 0,0137L_t^{3,2294}$  for females and  $W_t = 0,0148L_t^{3,1928}$  for sex grouped individuals. The relation between total body length and standard length was  $L_t = 1,3223L_s + 0,1527$  for sex grouped individuals. February to August was associated to a long period of gonadal resting. The fish spawned during January and in September -October. The frequency of fish with empty stomachs occurred during August to December, whereas frequency of fish with food contents in stomachs occurred during January to July. This species is considered as a preferential herbivore based on the volume of macroalgae in its diet composition. The morfo-histological aspects of *S. fuscus* confirm herbivory. Among the environmental factors considered only rainfall showed a correlation with the feeding habits of this species.

**Keywords:** Population dynamics, morfo-histology, digestive tract, *Stegastes fuscus*.

## RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudo: Praia de Búzios, município de Nísia Floresta, RN, Brasil  
(A seta indica o local de coleta).  
(06°00' 40'' S; 35° 06' 38'' W) (Modificado de: SETURN, 1999).

Figura 2. Área de estudo: Aspectos dos locais de coleta durante a baixa-mar.

Figura 3. Área de estudo: Vista geral dos arrecifes. A: Preamar ; B: Baixa-mar.

Figura 4. Espécie em estudo: *Stegastes fuscus* (Cuvier, 1830) A: Espécime adulto;  
B: Espécime jovem.



## **1. INTRODUÇÃO GERAL**

## 1.1 Ecossistemas Recifais

O litoral brasileiro abriga um conjunto de ecossistemas, formado por mangues, restingas, baías, estuários, falésias, praias e arrecifes que se constituem em formações naturais de grande importância biológica (Campos, 2000). Os ecossistemas recifais formam um dos mais complexos e fascinantes ecossistemas marinhos. São encontrados em regiões de águas quentes e claras sendo formados pela deposição do esqueleto calcário de organismos como corais, algas e moluscos ou pela presença de substrato rochoso. O substrato rochoso pode originar arrecifes de arenito, como no caso do presente estudo, também conhecidos como “beach rocks”, compostos de areia de praia quartzosa cimentada com fragmentos orgânicos, apresentando uma granulometria que varia de média a grossa, às vezes com elementos de maior calibre no topo, e alternância de níveis mais escuros com níveis mais claros, ricos em bioclásticos (Manso, 2003). As formações recifais constituem habitats banhados por ondas fortes, altamente produtivos, que sustentam uma produção primária considerada alta, condição essencial para os peixes e para outros animais como, por exemplo, espongiários, cnidários, moluscos, crustáceos, equinodermos e anelídeos. Por abrigarem extraordinária variedade de plantas e animais, os ecossistemas recifais estão entre os ambientes com maior biodiversidade em termos globais sendo considerados ricos em recursos naturais e de grande importância ecológica (Veron, 1995; Ferreira & Gonçalves, 2006). Estes ambientes recifais são matrizes orgânicas complexas que englobam, pela sua heterogeneidade e topografia irregular, diferentes microhabitats (Ebeling & Hixon, 1991).

Os arrecifes e áreas adjacentes dão suporte a diversas comunidades de peixes que formam a base da pesca, na maioria dos mares tropicais (Costa *et al.*, 2003). A estruturação e a organização de comunidades nos mais diversos ecossistemas aquáticos têm sido amplamente estudadas, incluindo as comunidades marinhas. O entendimento da estruturação das comunidades está baseado em evidências de que o crescimento e a regulação dos componentes populacionais da comunidade, aliados a interações dinâmicas, estruturas tróficas, padrões de distribuição e a abundância de cada espécie

são afetados por eventos físicos naturais e por interações interespecíficas na comunidade (Johnson, 1970; Dayton, 1971; Menge & Sutherland, 1976; Connell & Slatyer, 1977; Menge, 1978; Pinheiro, 2005). As águas rasas destes ambientes potencializam as variações de tempo e espaço sendo também influenciadas pelos procesos naturais próximos à praia, bem como pelas atividades antrópicas (Yoshiyama, 1981; Gibson *et al.*, 1993).

As formações recifais são sustentadas por um complexo fluxo de energia, representado por teias de grande complexidade que apresentam grande diversidade de espécies economicamente importantes, áreas de lazer e proteção contra a erosão marinha ao longo da costa (Ferreira & Maida, 2000; César, 2000; Pollnac, 2000; Castro, 2002). Esses ambientes sofrem fortes pressões antrópicas que levam a degradação e colocam em risco as atividades pesqueiras (Myers & Worn, 2003; Pandolfi *et al.*, 2003) e as populações humanas que sobrevivem de atividades extrativistas junto a essas formações, o que denota a necessidade da adoção de medidas de conservação (Coutinho, 1994; Davis & Tisdell, 1996; Bonilha, 2003; Denny & Babcock, 2003; Amaral *et al.*, 2005).

A ictiofauna desse ambiente se encontra bastante especializada, condição que pode ser explicada pela diversidade de nichos e por processos coevolutivos entre espécies (Castro, 1998). Os ambientes recifais têm sido comparados a florestas tropicais, que são comunidades terrestres de alta biodiversidade, em função de sua complexidade e riqueza de espécies (Molina, 2000).

Devido à alta progressão diária das marés, tanto os residentes quanto os ocupantes transitórios da zona de marés tendem a apresentar ritmos fisiológicos e comportamentais bastante peculiares (Burrows *et al.*, 1994). Em muitos peixes que vivem próximos as praias, esses ritmos se manifestam em variações endógenas programadas para a obtenção de alimento, regulação das taxas de consumo de oxigênio e ao uso das características do habitat. É provável que a maioria dos peixes residentes em zona de marés seja diurna e mais ativa durante as marés altas (Gibson *et al.*, 1993). Os peixes de marés são na maioria de pequeno porte, tendem a se esconder e costumam ser negligenciados nos estudos científicos dessas comunidades. São vulneráveis a superexploração pela coleta indiscriminada e à redução populacional

causada pela poluição. Esses peixes ocupam uma variedade de habitats que incluem as poças de marés, a vegetação e os espaços sob as rochas. Cada um desses habitats está sujeito a diferentes forças degradativas (Yoshiyama, 1981).

Os estudos de biologia alimentar, do ponto de vista ecológico assim como os estudos de ritimicidade alimentar permitem uma melhor compreensão da convivência entre diversas espécies nos seus respectivos habitats, como no caso dos arrecifes da zona litorânea (Collete & Talbot, 1972; Reeb, 2002; Peretti, 2006). No litoral, espécies que vivem em águas rasas e arrecifes aproveitam à maré alta para ampliar sua área de alimentação. Em poças de marés observa-se uma relativa independência das marés, permitindo a continuidade da atividade alimentar dos peixes, pois há uma dependência do reabastecimento das poças pelas marés altas (Yoshiyama, 1981). Poucas são as espécies que têm grande independência na faixa entre marés.

No Brasil, os estudos sobre a distribuição, a biogeografia e os efeitos dos fatores ambientais e biológicos que influenciam a zonation em peixes, especialmente em peixes de ambientes recifais, ainda são restritos (Barreiros *et al.*, 2004), mas um número crescente de trabalhos têm sido realizados abrangendo aspectos zoogeográficos (Rocha, 2003; Floeter *et al.*, 2004; Feitoza *et al.*, 2005) e descritivos (Moura *et al.*, 2003; Guimarães *et al.*, 2004). Entretanto, há informações de que no nordeste do Brasil as espécies de peixes herbívoros associados às formações recifais são mais abundantes em locais rasos, tendo suas dietas baseadas em macroalgas (35 - 90%) e em detritos (35-65%) (Ferreira & Gonçalves, 2006).

Provavelmente em conjunto com a radiação dos corais modernos e dos ambientes recifais, o que ocorreu no início do Terciário, também ocorreu a radiação dos Perciformes modernos (Dias Jr., 2004), que representam a maioria dos peixes que colonizaram ambientes recifais e entre os quais se encontram os Pomacentridos com o peixe-donzela, *Stegastes fuscus*.

## **1.2 Comportamento alimentar de peixes em ecossistemas recifais**

Os peixes podem competir por recursos alimentares por meio de simples exploração ou por defesa desses recursos, ou de ambas as maneiras ao mesmo tempo.



Um modelo simples de exploração de recursos é a distribuição "livre ideal" de competidores entre os recursos (Milinsky & Parker, 1991). Os competidores ocupam primeiramente o habitat rico em alimento e quando a densidade torna-se alta, os recém chegados são forçados a ocuparem o habitat mais pobre. Quando a densidade fica mais alta ainda, os competidores recém chegados são excluídos dos recursos simultaneamente e tornam-se "flutuantes". Um conceito útil para se refletir sobre quando vale a pena competir através da defesa de recursos refere-se à economia da defesa. À medida que a quantidade de recursos defendidos aumenta, o mesmo acontece com os custos da defesa. Quando os benefícios aumentam, mais se nivelam à medida que o recurso torna-se super abundante e o organismo fica limitado pela sua capacidade de processá-lo, e pelos gastos em defendê-los (Huntingford, 1993).

O estudo da alimentação de uma espécie de peixe no seu habitat é de fundamental importância para se conhecer toda a estrutura trófica, na qual os organismos se inserem. Esses estudos fornecem respostas a questões relativas ao conhecimento básico das espécies, compreensão da organização trófica dos ecossistemas e conhecimento dos mecanismos biológicos de integração entre espécies. A dieta e a procura por alimento são fatores que regulam e influenciam a distribuição dos espécimes no habitat. Em peixes, de acordo com o alimento disponível no ambiente e sua distribuição espacial e temporal, pode ocorrer mudança de comportamento, com exibições de diversas estratégias de alimentação que podem ser utilizadas para compreender suas relações com o meio (Caragitsou & Papaconstatinou, 1990).

Além disso, a maioria das espécies de peixes é extremamente adaptável em seus hábitos alimentares utilizando os alimentos mais prontamente disponíveis no ambiente. Poucas espécies são estritamente carnívoras ou herbívoras, existindo algumas que alternam esses dois tipos de dieta, dependendo da estação do ano. Segundo Sundararaj & Vasal (1976), a maioria dos peixes teleósteos tem suas atividades alimentares ligadas às estações do ano.

O comportamento alimentar em peixes sofre influência dos ciclos geofísicos como, por exemplo, o ciclo claro e escuro, o ciclo lunar, caracterizado por uma influência gravitacional e de luminosidade, e os ciclos anuais, que se caracterizam

pelas variações de pluviosidade, temperatura, salinidade e fotoperíodo. Os peixes que habitam arrecifes da zona de maré estão expostos às influências naturais da gravidade lunar que gera ciclos de aproximadamente 12 horas (efeito gravitacional), tendo como resultado a formação das marés e ciclos de aproximadamente 15 dias (efeito luminosidade) correspondendo à transição lua nova lua cheia. Nesses animais, os ciclos solar e lunar são os fatores naturais que mais influenciam seus ritmos biológicos (Schwassmann, 1980).

Algumas espécies alimentam-se acompanhando a variação do nível da maré, enquanto outras aproveitam o pico das ondas para se fixarem nas partes mais altas dos arrecifes (Cancino & Castillo, 1988). A influência da variação das marés é mais intensa nas regiões de grande amplitude de maré, principalmente quando o alimento só é encontrado na área que fica descoberta durante a maré baixa (Thijssen *et al.*, 1974). Assim, os peixes que habitam arrecifes da zona litorânea estão expostos a um grande número de eventos cíclicos, tais como: variação de luminosidade, nível das marés, temperatura, gases dissolvidos na água, turbulência, pressão, distribuição do alimento, salinidade, bem como de suas combinações (Gibson *et al.*, 1993).

Os peixes herbívoros são aqueles cujos estômagos contêm mais de 50% de material vegetal em volume, massa ou frequência de ocorrência (Horn, 1989). A riqueza das espécies herbívoras é menor do que das carnívoras e das onívoras em todos os habitats aquáticos. A zona rochosa de marés ilustra este padrão, pois os herbívoros geralmente não passam de 10% das espécies nas comunidades de peixes nesse habitat. Os herbívoros suscitam questões quanto a sua posição filogenética, padrões de distribuição, especializações alimentares, opção de dieta, mecanismo digestivo e impacto ecológicos sobre as comunidades de algas (Yoshiyama, 1981).

Gurgel (1992), mostrou a importância do hábito alimentar e da influência de fatores abióticos e bióticos (temperatura, precipitação pluviométrica e suprimento alimentar) sobre os peixes. Segundo Kawakami (1975), o suprimento de alimento é governado não só pelas condições de sua obtenção, mas também pelas condições abióticas durante o período de alimentação, tais como temperatura, iluminação, vento, flutuações do nível da água e mudanças na dimensão da área de alimentação. Os peixes estão adaptados a se alimentarem num certo período do dia e algumas espécies

aumentam a atividade principalmente no período de desova quando o alimento está mais disponível e também quando os predadores são evitados mais facilmente.

As dietas dos peixes marinhos costeiros consistem num espectro de tipos alimentares, indo de material animal, nas espécies carnívoras, passando por uma mistura de material animal e vegetal, nos onívoros, até praticamente toda a matéria vegetal nas espécies herbívoras. As análises de conteúdos estomacais de peixes herbívoros mostram claramente que eles se alimentam durante a maré alta aproveitando-se de algas (Horn, 1989).

Em águas marinhas costeiras, um dos padrões distributivos menos conhecidos é o de maior número de espécies herbívoras em latitudes tropicais do que em latitudes temperadas ou polares, apesar da existência constante de grandes suprimentos de algas nestas últimas regiões. Em uma revisão de estudos de comunidades de peixes marinhos de águas rasas, Horn (1989) mostrou uma correlação inversa entre a ocorrência de herbívoros e a latitude, tanto em números absolutos quanto nas proporções das espécies herbívoras na comunidade. De acordo com essa revisão foram encontrados de 15 a 28% de espécies herbívoras em comunidades de peixes de arrecifes de corais, e 4 a 16% de herbívoros em agrupamentos de peixes entre as latitudes de 30° e 40°, e ausência total deles a partir de 49° N ou S. As comunidades de marés, que formam um subgrupo de comunidades marinhas de águas rasas como um todo se assemelham muito ao padrão geral, e o gradiente de diversidade tropical-temperado pode ser ainda mais alto, pois os estudos de dietas de peixes de marés são escassos nos trópicos, onde as espécies herbívoras podem prevalecer (Yoshiyama, 1981; Gibson *et al.*, 1993).

Os peixes herbívoros que se alimentam na zona rochosa de marés apresentam parte da gama de comportamentos especializados e mecanismos de obtenção de alimento que caracterizam os herbívoros marinhos em geral. Os herbívoros de marés devem eleger dentre uma grande diversidade de espécies de algas disponíveis, aquelas que satisfarão suas necessidades nutricionais (Gibson *et al.*, 1993).

Um dos aspectos do comportamento alimentar observado em peixes herbívoros de marés, especialmente em peixes de arrecifes tropicais, envolve a busca em grupo e a defesa de território. O comportamento de obtenção de alimentos, a estrutura dos

dentadas e das mandíbulas, as preferências alimentares e os fatores que influenciam na escolha da dieta encontrada entre herbívoros de marés são usados para ilustrar algumas das especializações associadas com o estilo de vida herbívoro. Desta forma os peixes que se alimentam de algas, que compreendem as espécies de marés, podem ser classificados como raspadores ou pastadores. Os raspadores ingerem partículas de material inorgânico do substrato à medida que raspam ou sugam o alimento, ao passo que os pastadores mordem ou arrancam pedaços de macroalgas mais eretas e raramente consomem partículas inorgânicas. Em geral, os raspadores dão mordidas menores que os pastadores, não só em função das diferenças em tamanho e estrutura das algas que eles consomem, mas também das diferenças em estrutura dos dentes e da boca dos próprios peixes. Entende-se que os raspadores tendem a se alimentar de forma não seletiva porque as algas que comem são pequenas e aderidas ao substrato, enquanto que os pastadores, por se alimentarem de plantas individuais maiores, podem ser mais seletivos (Horn, 1989; Reeb, 2002; Peretti, 2006).

A classificação de métodos de obtenção de alimentos pelos peixes como, por exemplo, morder, golpear, forçar, bater e sugar se baseia na análise ecomorfológica. Ao morder, as mandíbulas são usadas para remover parte de um organismo maior ou arrancar do substrato o alimento preso a ele. Nesse contexto, a maioria dos herbívoros raspadores e pastadores seriam preferencialmente considerados como mordedores, mais do que como sugadores. Após prender o alimento com a mandíbula, o peixe geralmente emprega mecanismos de arrancar, bater ou girar para retirar pedaços de massas maiores de alimento. Girar é a forma de alimentação pelo qual o alimento é agarrado e o corpo é rapidamente girado ao redor do eixo longitudinal para libertar um pedaço de alimento é empregado especialmente por peixes alongados. Estes comportamentos são menos comuns como atividade confirmadas e previsíveis em ambientes de marés. Assim, os cardumes de diversas espécies nômades e os territorialistas, tão característicos de arrecifes tropicais não são presenças típicas em poças de marés. As razões mais óbvias para tal situação são as limitações de ordem espacial e temporal da zona de marés, em relação ao tempo disponível para os peixes de marés desenvolverem suas atividades, em vista do fluxo e refluxo das marés, que cria condições alternantes de exposição e submersão. Observam-se exceções a este

padrão em latitudes tropicais, onde os arrecifes oferecem oportunidades para alimentação e até para o desenvolvimento de territórios. Neste caso, há uma expressiva redução nas taxas de alimentação em função da defesa de território e da forte arrebentação que diminui o tempo que poderia ser dedicado à alimentação e à defesa deste recurso (Helfman, 1993).

Nos ambientes costeiros, os peixes herbívoros podem ser reconhecidos por uma série de características morfológicas entre elas, um corpo comprimido lateralmente, uma boca terminal, mandíbula e maxila reduzidas e estreitas. As nadadeiras peitorais e os músculos associados a elas são bem desenvolvidos possuindo um importante papel na locomoção e orientação durante a alimentação. Essas características proporcionam ao peixe um controle preciso da posição do corpo, durante os momentos de forrageio, que ocorrem sempre em intervalos contínuos e rápidos sobre pequenas áreas do substrato do arrecife (Choat, 1991).

Quase todos os peixes herbívoros marinhos tropicais são teleósteos Perciformes sendo considerados, sistematicamente, membros avançados deste grupo. Os Perciformes modernos são representados por 18 subordens, 148 famílias, cerca de 1.496 gêneros e 9.293 espécies. As 8 maiores famílias constituintes desse grupo são a Gobiidae, a Cichlidae, a Labridae, a Serranidae, a Blennidae, a Sciaenidae, a Apogonidae e a Pomacentridae, totalizando 57% das espécies, cuja maioria habita o ambiente marinho (Nelson, 1994).

De acordo com uma das últimas revisões (Allen, 1991), a família Pomacentridae, ou peixes-donzela (damselfishes), é composta por 321 espécies distribuídas em 28 gêneros. Posteriormente, foram descritos um novo gênero e 34 novas espécies (Quenouille *et al.*, 2004). É uma das famílias com maior diversidade, encontrando-se espalhada pelas regiões tropicais, subtropicais e temperadas (Nelson, 1994). A maior parte das espécies ocorre em águas costeiras associadas a substratos rochosos, normalmente em baixas profundidades (Allen, 1975). Frequentemente, representam o grupo dominante em número e diversidade na maioria dos ambientes de arrecifes. Nesses ambientes se encontram várias espécies que se caracterizam pela agressividade e territorialidade tanto inter como intra-específica (Menezes & Figueiredo, 1985). Além disso, grande parte delas apresenta fidelidade ao habitat,

podendo permanecer num mesmo local do arrecife por vários anos (Lowe -McConnell, 1999).

Segundo Choat & Belwood (1985), esses peixes apresentam uma grande variedade de atividades alimentares. Algumas espécies das famílias Acanthuridae, Scaridae e Siganidae se alimentam sobre uma área relativamente extensa, em grandes cardumes compreendendo, algumas vezes, espécies de várias famílias. Por outro lado, há espécies da família Acanthuridae e da família Pomacentridae que permanecem em áreas restritas, defendendo-as contra outros herbívoros (Choat & Belwood, 1985). Além disso, a família Pomacentridae possui hábitos alimentares bastante diversos, incluindo espécies planctívoras e onívoras (Choat, 1991).

No Brasil foram registrados 4 gêneros da família Pomacentridae: *Stegastes*, representada por 7 espécies; *Chromis*, representada por 4 espécies; *Microspathodon*, representada por 1 espécie e *Abudefduf*, também representada por 1 espécie (Emery, 1972; Menezes & Figueiredo, 1985; Rosa e Moura, 1997; Rocha *et al.*, 1998; Pinheiro, 2005; Osório *et al.*, 2006; Ferreira & Gonçalves, 2006).

### **1.3 Gênero em estudo: *Stegastes***

O gênero *Stegastes* contém aproximadamente 33 espécies (Allen, 1991), sendo que, destas, 6 são endêmicas da Província Brasileira. A espécie *Stegastes fuscus* é amplamente distribuída na costa brasileira, possuindo hábito diurno e sendo abundante na maioria dos ambientes recifais costeiros. É geralmente encontrada em lugares rasos (< 8m de profundidade), em arrecifes biogênicos ou rochosos, apresentando variação de cores em suas diferentes fases de vida. Tem sido considerada como uma espécie chave nas comunidades recifais, interferindo na composição dos organismos bentônicos existentes nas áreas defendidas por estes peixes. Em seus territórios tem se observado uma considerável diversidade de invertebrados e de algas, assim como uma maior produtividade primária (Cheney & Côté, 2003).

Segundo Menezes & Figueiredo (1985), os peixes da família Pomacentridae podem ser reconhecidos por apresentarem o corpo ovalado e comprimido latero lateralmente, a linha lateral interrompida com a parte anterior longa e arqueada, separada da parte posterior, reta e curta e apenas uma narina de cada lado do focinho.

A nadadeira dorsal anterior possui entre 10 a 14 espinhos e nadadeira anal possui 2 espinhos. São encontrados em águas costeiras de pouca profundidade, em regiões de pedras e arrecifes, onde são representadas por um grande número de indivíduos. Em algumas espécies a coloração do corpo pode ser bastante variada, com os jovens apresentando manchas e cores que desaparecem ou tornam-se menos distintas nos adultos. Ocorrem mudanças de coloração durante o período de reprodução, especialmente na época de desova, determinando padrões que podem aparecer e desaparecer rapidamente.

O gênero *Stegastes* constitui um grupo morfológicamente dotado de uniformidade (Emery, 1972) no qual são raros os caracteres únicos para uma única espécie. No Brasil ocorrem 9 espécies (*Stegastes fuscus*, *S. variabilis*, *S. uenfi*, *S. trinidadensis*, *S. rocasensis*, *S. sanctipauli*, *S. pictus*, *S. leucostictus* e *S. dorsopunicans*) (Greenfield & Woods, 1974; Nunan, 1992; Rocha, *et al.*, 1998; Gasparini *et al.*, 1999; Bizerril & Costa, 2001; Floeter *et al.*, 2003; Molina & Galetti Jr., 2004), sendo que, destas, 6 são endêmicas da Província Brasileira: *Stegastes fuscus* e *Stegastes uenfi*, de ocorrência restrita à costa; *Stegastes trinidadensis*, da ilha de Trindade; *Stegastes rocasensis*, do Atol das Rocas e Ilha de Fernando de Noronha, *Stegastes sanctipauli* do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e *Stegastes pictus*, que pode ser encontrado tanto na costa quanto no Atol das Rocas. As espécies do gênero *Stegastes* apresentam micropartições de habitat bastante marcantes, sendo muitas delas restritas a zonas com profundidades relativamente definidas e substratos característicos (Menezes & Figueiredo, 1985).

Os peixes do gênero *Stegastes* podem ser reconhecidos por apresentarem boca pequena, presença de placa subocular e palato sem dentes. A nadadeira dorsal é simples e contínua, com cerca de 8-17 espinhos e usualmente 11-18 raios moles. Nesses peixes, o cuidado parental dos ovos é realizado pelo macho e, dentre os vários representantes da família Pomacentridae, o gênero *Stegastes* é um dos que apresenta hábito alimentar essencialmente herbívoro (Nelson, 1994).

O peixe-donzela tem sido caracterizado especialmente pela sua capacidade de explorar áreas de estrutura física complexa. No entanto, continua a ser negligenciado em estudos científicos em comunidades de marés (Hixon & Brostoff, 1996; Ferreira *et*

*al.*, 1998; Ceccarelli *et al.*, 2001; César, 2004).

Nas últimas décadas, numerosas investigações vêm sendo realizadas sobre diversas espécies de Pomacentridae, abordando aspectos da alimentação (Lassu y, 1984; Galetto & Bellwood, 1994; Cleveland & Montgomery, 2003), reprodução (Richardson *et al.*, 1997; Asoh, 2003), comportamento (Itzkowitz *et al.*, 2000; Sikkell *et al.*, 2005) e genética (Lacson & Clark, 1995; Quenouille *et al.*, 2004), porém estes estudos estão restritos aos Estados Unidos e a Austrália. No Brasil, a ecologia comportamental em peixes tropicais tem sido pouco estudada. A espécie *S. fuscus*, apesar de sua abundância nos arrecifes costeiros do Brasil e da sua importância ecológica para esses arrecifes é pouco conhecida cientificamente. Assim como os demais peixes herbívoros a espécie *S. fuscus* ocupa um papel primordial no consumo da produção primária nos recifes, contribuindo para a transferência de energia e nutrientes nesses ecossistemas.





## **2. OBJETIVOS**

## 2.1 Objetivo geral

O presente estudo investigou a dinâmica populacional e alimentar do peixe donzela, *Stegastes fuscus* Cuvier, 1830 (Osteichthyes: Pomacentridae) em poças de maré dos arrecifes rochosos da praia de Búzios, Rio Grande do Norte, Brasil.

## 2.2 Objetivos específicos

2.2.1. Avaliar a estrutura populacional, a relação peso -comprimento, o sexo, o estágio de desenvolvimento gonadal e o grau de repleção em relação aos fatores ambientais.

(**Artigo 1.** Temporal dynamics of feeding and reproduction in the Brazilian coral reef damselfish *Stegastes fuscus*).

2.2.2. Caracterizar a morfo-histologia do aparelho digestório.

(**Artigo 2** – Morfo-histologia do trato digestório de *Stegastes fuscus* Cuvier (Osteichthyes: Pomacentridae).



### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### 3.1 Caracterização da área de estudo

O Estado do Rio Grande do Norte está situado na região nordeste do Brasil. O território norte-rio-grandense localiza-se no hemisfério sul ocidental ( $4^{\circ}49'53''$  e  $6^{\circ}58'57''$  de latitude sul e  $34^{\circ}58'03''$  e  $38^{\circ}36'12''$  de longitude oeste), exibindo uma faixa litorânea com cerca de 410 km de extensão (IDEMA, 2002; 2003), dividida em duas áreas: o litoral norte, localizado entre os municípios de Tibau e Touros, e o litoral oriental, localizado entre os municípios de Rio do Fogo e Baía Formosa, onde foi desenvolvido este estudo.

No litoral oriental o clima é úmido quente, tipo AS segundo Köppen, (1936), caracterizado por duas estações bem definidas, uma seca que ocorre de setembro a fevereiro e outra chuvosa que ocorre de março a agosto, com pluviometria anual alcançando 1.250 mm. A temperatura apresenta-se amena com média anual de  $26,8^{\circ}\text{C}$ . Possui uma umidade relativa do ar em torno de 75% e aproximadamente, 300 dias de sol por ano (IDEMA, 2002; 2003). As marés são semidiurnas e suas amplitudes variam entre 50 cm a 380 cm, caracterizando-se um regime de mesomaré (Mabessone & Coutinho, 1970; Cunha, 2004). As marés de primavera com fortes ventos combinadas com períodos de lua cheia geram fortes correntes que aumentam a turbidez da água (Testa, 1997). Os ventos são predominantemente de sudeste, durante grande parte do ano, seguidos pelos ventos de leste. No verão predominam os ventos alísios e os contra-alísios (IDEMA, 2003; Cunha, 2004).

A região costeira do Estado é marcada pela presença de conjuntos de tabuleiros sedimentares reunidos no Grupo Barreiras: sedimentos pouco consolidados, com variação de cor e granulometria, incluindo desde argilitos a conglomerados, sobreposta em discordância às rochas do embasamento cristalino pré-cambriano e/ou aos sedimentos mesozóicos. O relevo costeiro é caracterizado por dois amplos domínios morfológicos que constituem os platôs litorâneos (tabuleiros costeiros formados sobre o Grupo Barreiras) e a área litorânea (praias e manguezais). Na porção litorânea ocorrem os arenitos supra Barreiras, as planícies praias e os

longos arrecifes praias de arenito consolidado, denominados "beach rocks". Os arenitos supra Barreiras são compostos por sedimentos de granulometria variando de fina a média, com coloração alaranjada, exibindo estratificação plano-paralela, localmente bioturbados (IDEMA, 2003; Cunha, 2004). Os beach rocks são depósitos aflorantes holocênicos de rochas sedimentares, geradas na zona entre-maré e por vezes na zona sub-litorânea, constituídos por quartzo, feldspato, bioclastos e fragmentos de rochas (IDEMA, 2003). Atualmente são encontrados de maneira contínua ou esparsada ao longo de todo o litoral, aflorando na baixa-mar ou mesmo ligeiramente acima do nível médio do mar (Lima, 2004). Observa-se ainda que o litoral oriental apresenta um padrão de correntes de sentido sul-norte, produto da influência dos ventos e do alinhamento da costa (Cunha, 2004). De modo geral, as praias da costa do Estado do Rio Grande do Norte são interrompidas por falésias e "beach rocks", normalmente paralelos à costa ou formando paredes perpendiculares (Cunha, 2004).

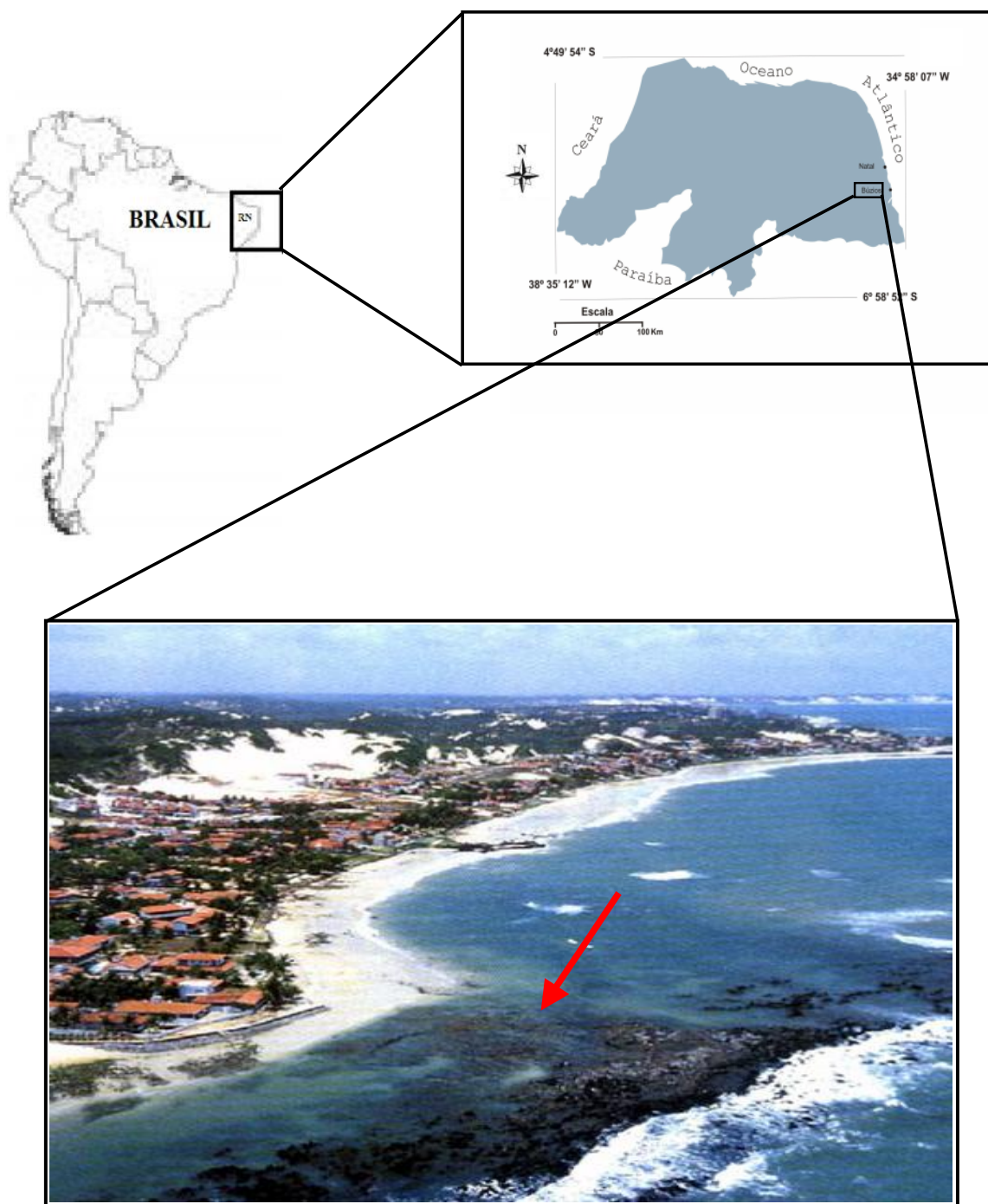
Os ecossistemas de arrecifes da costa nordeste brasileira são em grande parte arrecifes geológicos, gerados pela consolidação de fragmentos minerais e restos de animais, sendo chamados de arrecifes de arenito, que depois de formados são colonizados por diversos organismos marinhos (Gomes *et al.*, 2001). No Estado do Rio Grande do Norte, o principal tipo de arrecife encontrado são os arrecifes de arenito, formados pela cimentação de areia por carbonato de cálcio e por óxido de ferro (Morais, 1967; Maida & Ferreira, 1997).

Na região entre-marés destes ecossistemas, os ciclos de maré formam poças sobre as rochas, servindo como refúgio para comunidades marinhas que conseguem sobreviver, durante os períodos de emersão (Metaxas & Scheibling, 1993). Estas áreas com águas rasas constituem um importante local de alimentação e berçário para muitas espécies de peixes (McErlean *et al.*, 1973; Bennett, 1989; Brown & McLachlan, 1990; Santos *et al.*, 1994).

Os indivíduos da espécie, *Stegastes fuscus*, utilizados neste estudo foram coletados em poças de maré localizadas sobre a faixa de arrecifes com

aproximadamente 3,5 km de extensão, localizada na Praia de Búzios no município de Nízia Floresta, Estado do Rio Grande do Norte (06°00'40''S; 35°06'38''W) (Fig. 1), distando 33 km da cidade de Natal. A área de estudo encontra-se na Zona de Águas do Atlântico Sul Equatorial, que se caracteriza por apresentar uma água homogênea e de alta produtividade. A salinidade varia entre 36 e 37 psu e o pH se mantém normalmente ao redor de 8,0 (IDEMA, 2002; 2003). A temperatura superficial da água é o parâmetro mais estável ao longo desta região, variando de 30°C durante o verão e o outono a 28°C do final do inverno e começo do verão (Leão & Dominguez, 2000).

Na praia de Búzios ocorre a presença de arrecifes rochosos ou “arenitos de praia”, que são formações geológicas compostas de areia de praia quartzosa e fragmentos orgânicos, cimentada com óxido de ferro, apresentando uma granulometria de média a grossa, às vezes com elementos de maior calibre no topo (Manso, 2003). Esses arrecifes estendem-se em linha paralela à costa e são parcialmente encobertos, principalmente por macroalgas e zoantídeos (*Palythoa* sp. e *Zoanthus* sp.) e por apenas uma espécie de coral pétreo (*Siderastrea stallata*) que cresce nesses ambientes (Fig. 2).

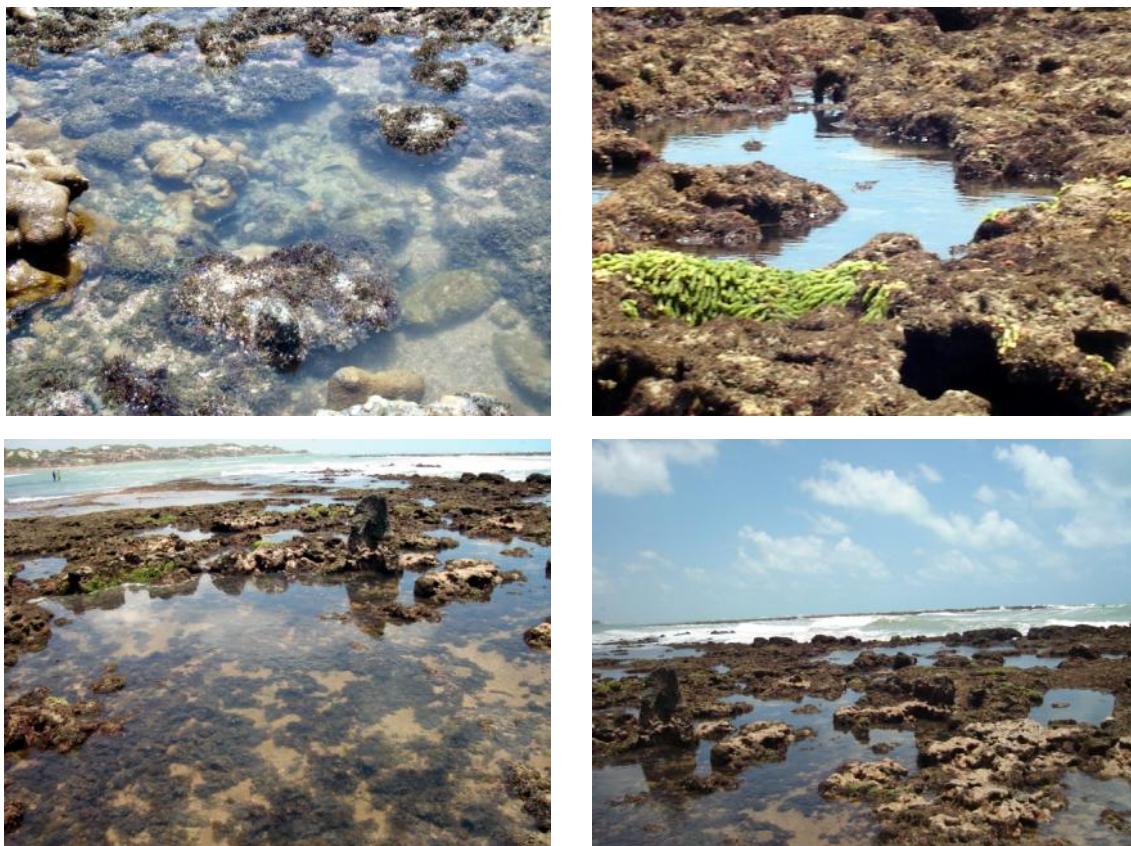


**Figura 1** – Área de estudo: Praia de Búzios, município de Nísia Floresta, RN, Brasil (A seta indica o local de coleta). ( $06^{\circ}00' 40''$  S;  $35^{\circ} 06' 38''$  W) (Modificado de: SETURN, 1999).

As formações conhecidas como "*beach rocks*", são bastante frequentes no litoral do Estado do Rio Grande do Norte e possuem um papel fundamental na



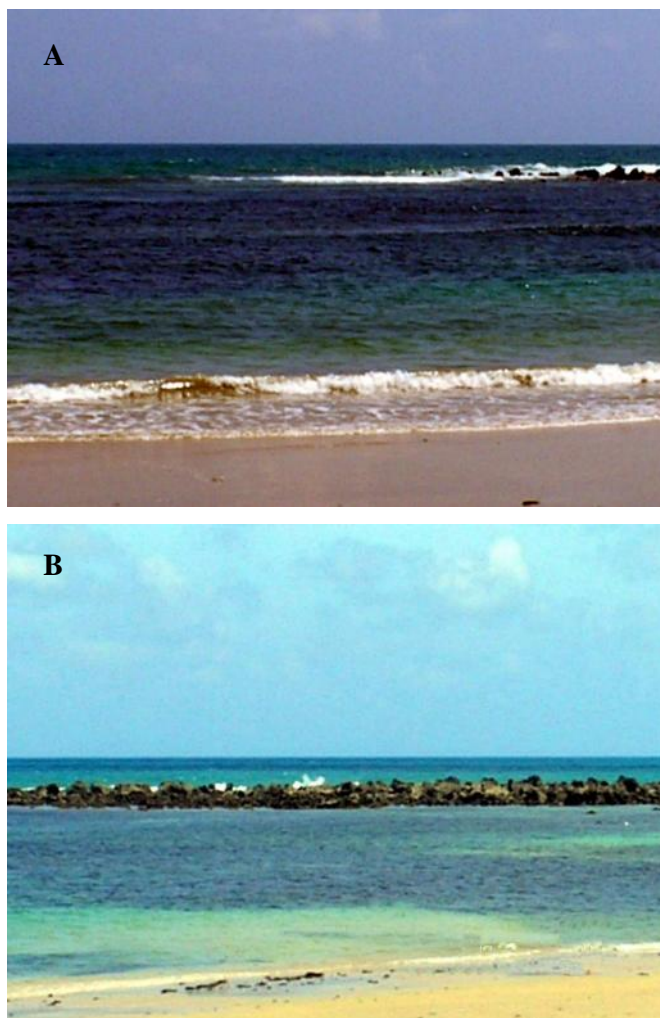
preservação das praias, como dissipadores da energia das ondas (Fig. 3) e também são muito importantes como substrato para o desenvolvimento de corais e algas calcárias, os quais são formadores de arrecifes de coral.



**Figura 2** – Área de estudo: aspectos dos locais de coleta durante a baixa -mar.

Os arrecifes costeiros rochosos tropicais e ambientes adjacentes podem abrigar uma rica fauna e flora recifal e apresentar uma alta produção primária (Ferreira *et al.*, 1998; Guimarães & Coutinho, 1996; Ornellas & Coutinho, 1998).



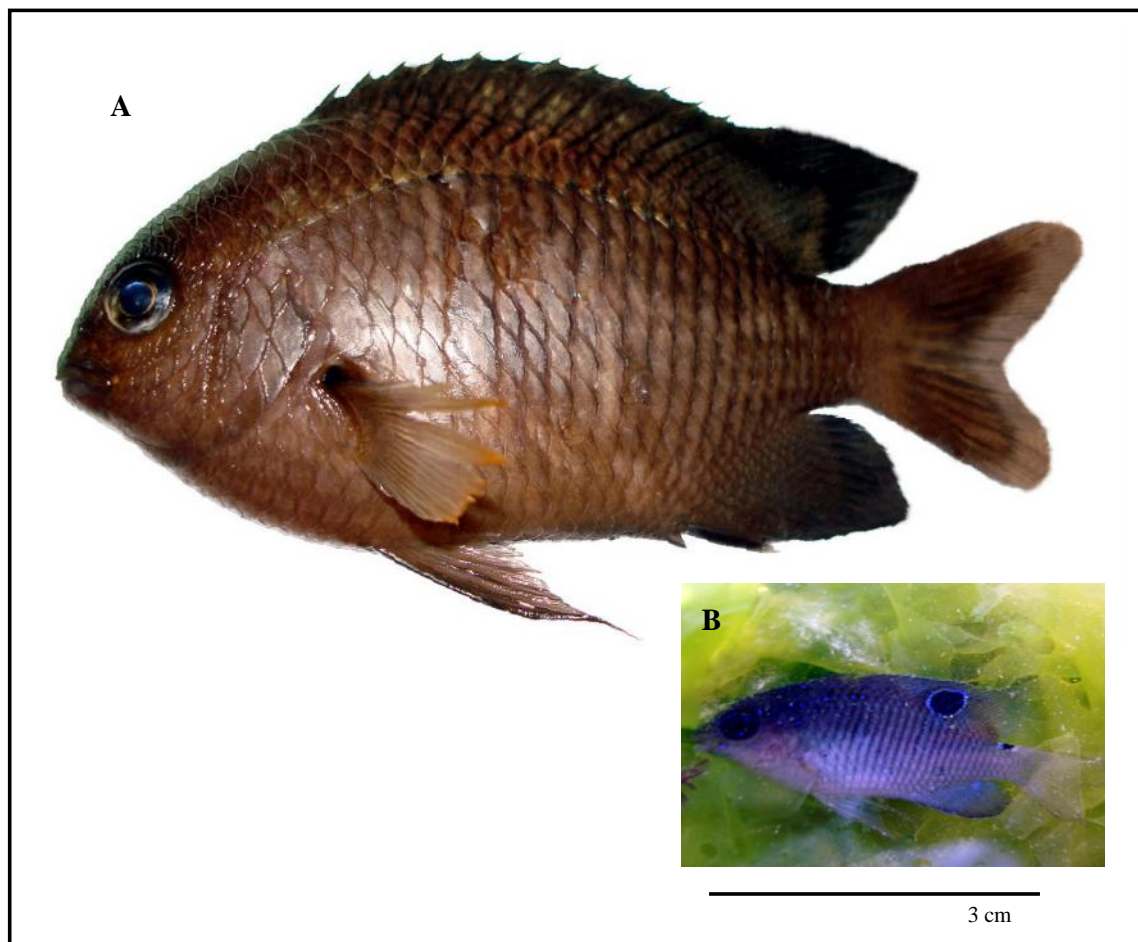


**Figura 3** – Área de estudo: vista geral dos arrecifes. A: Preamar; B: Baixa -mar.

### **3.2 Caracterização da espécie em estudo**

*Stegastes fuscus* Cuvier, 1830 é um conspícuo componente da fauna marinha da costa Sul-Atlântica brasileira (Menezes & Figueiredo, 1985) (Fig. 4). Possui hábito diurno, sendo abundante na maioria dos ambientes recifais costeiros. É geralmente encontrado em lugares rasos (< 8 m de profundidade), em recifes biogênicos ou rochosos, apresentando variação de cores em suas diferentes fases de vida (Menegatti *et al.*, 2003). *S. fuscus* está entre os peixes herbívoros mais amplamente distribuídos em mares tropicais e subtropicais (Emery & Thresher, 1980), com poucas espécies vivendo em águas temperadas (Emery, 1973). Geralmente é encontrado em poças de maré, apresentam expressivas variações de cores em suas diferentes fases de vida

(Menezes & Figueiredo, 1985; Rosa e Moura, 1997; Rocha *et al.*, 1998; Pinheiro, 2005; Osório *et al.*, 2006; Ferreira & Gonçalves, 2006).



**Figura 4** – Espécie em estudo: *Stegastes fuscus* Cuvier, 1830. A: Espécime adulto; B: Espécime jovem.

Ocorre no litoral brasileiro, desde o nordeste até o Estado de São Paulo. Tem sido confundida com *S. dorsopunicans*, com a qual se assemelha muito, mas que aparentemente substitui *S. fuscus* mais ao norte. (Menezes & Figueiredo, 1985).

A espécie pode alcançar 12,6 cm de comprimento total (Cervigón, 1993), e de acordo com Schwamborn & Ferreira (2002), apresenta um crescimento lento com um período de vida considerado longo, alcançando até 15 anos de vida.

Trata-se de uma espécie territorialista, que defende seus territórios com agressividade intra e inter-específica, no último caso a agressão é dirigida a outros peixes herbívoros e invertebrados dentro dos seus territórios. Os territórios medem cerca de 2,1 m<sup>2</sup> e são usados para abrigo, alimentação e reprodução (Robertson *et al.*, 1981; Ferreira, *et al.*, 1995; Ferreira *et al.*, 1998; Arnal & Côté, 1998). Tais territórios, como em outros pomacentrídeos, são áreas que apresentam grande produtividade possuindo uma considerável biomassa e diversidade algal, assim como uma grande densidade de mesoinvertebrados, o que não ocorre em áreas localizadas fora desses territórios (Lassuy, 1980; Hixon & Brostoff, 1981, 1982; Sammarco, 1983; Ferreira *et al.*, 1998).

A dieta dos adultos é composta principalmente por algas que constituem 70% do alimento ingerido. Porém há também ingestão de material de origem animal, constituindo 30% da dieta. Os indivíduos juvenis (<8 cm) apresentam uma dieta inversa, com 70% de material animal (Ferreira *et al.*, 1998). Essa mudança é explicada pela necessidade de uma dieta mais rica em proteína durante a fase inicial de vida, sendo essa dieta indispensável para um rápido crescimento (Mattson, 1980).

A espécie apresenta reprodução demersal, cujos ovos possuem propriedades aderentes e são depositados sobre o fundo recifal, sendo protegidos pelos machos dentro dos territórios até a eclosão. (Thresher, 1991).

Os indivíduos jovens de *S. fuscus* são facilmente reconhecidos pelo seu colorido, apresentando o corpo cinza-azulado com pontos azul brilhantes no dorso e duas manchas circulares escuras (uma ao final da nadadeira dorsal e outra na parte superior do pedúnculo caudal, que tendem a desaparecer nos adultos). As nadadeiras são escuras, com exceção das peitorais (Araújo *et al.*, 2003; Menezes & Figueiredo, 1985). Quando adulto, *S. fuscus* apresenta um tom marrom escuro uniforme com estrias verticais escuras nos lados e uma mancha enegrecida pequena na axila da peitoral (Araújo *et al.*, 2003). Para identificação da espécie após a fixação devem ser levados em consideração os caracteres morfométricos e merísticos, tais como o comprimento do lobo da nadadeira anal, apenas alcançando ou ultrapassando ligeiramente a base da nadadeira caudal e o número de escamas entre a linha lateral e o ânus (11 séries e meia entre a quarta escama da linha lateral e o ânus) (Menezes &

Figueiredo, 1985). Araújo *et al.*, (2003) confirmaram a dificuldade na diagnose das espécies, principalmente em função dos complexos de espécies, da variabilidade na coloração e da sobreposição dos dados merísticos. Entretanto, atualmente, estudos genéticos têm contribuído para a redução dessa dificuldade (Bernardi, 2002).

### 3.3 Procedimentos

Com o propósito de estudar aspectos da dinâmica populacional e alimentar de *S. fuscus*, foram realizadas coletas mensais, entre os meses de agosto de 2004 e julho de 2005, nos arrecifes rochosos da praia de Búzios. As coletas foram realizadas preferencialmente em dias de marés inferiores a 0,5 m. Para a captura dos animais, utilizou-se vara de pescar e anzol e rede de mão. Todos os exemplares capturados foram depositados em caixas isotérmicas, conservados em gelo, e levados ao Laboratório de Ecologia e Fisiologia de Peixes do Departamento de Fisiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), onde foram realizadas as biometrias. Dessas amostragens foram obtidos 842 exemplares, sendo 125 machos, 437 fêmeas e 280 indivíduos aqui referidos como “indefinidos” nos quais não se pôde identificar o sexo, pela observação das características macroscópicas das gônadas, em função do tamanho reduzido e do grau de desenvolvimento das mesmas, tendo os mesmos sido descartados.

O sexo foi identificado através da observação das características macroscópica das gônadas. Foram medidos comprimento total ( $L_t$ ) e comprimento padrão ( $L_s$ ) com auxílio de ictiômetro (cm). Os pesos, total ( $W_t$ ), do estômago ( $W_e$ ) e das gônadas ( $W_g$ ) foram registrados em balança digital (precisão 0,001g). Depois de obtido o peso total ( $W_t$ ) os estômagos foram removidos e anotou-se também o grau de repleção estomacal, de acordo com Hahn *et al.*, (1999), e o estado de maturação gonadal, segundo Vazzoler (1981). Os estômagos removidos foram preservados em álcool a 70% para posterior análise do seu conteúdo, com auxílio de microscópio estereoscópico.

### 3.3.1 Proporção entre os sexos

A estrutura populacional no que se refere à proporção entre os sexos foi estabelecida através da razão entre o número total de machos e o número total de fêmeas para cada mês e para todo o período de coleta.

O teste do Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) foi aplicado com o propósito de verificar a existência de diferenças nas proporções calculadas e se as diferenças foram estatisticamente significativas (Zar, 1999).

### 3.3.2 Estrutura em comprimento

Para avaliar a estrutura em comprimento foi tomado como base a distribuição das freqüências absolutas das classes de comprimento total ( $L_t$ ), com intervalos de 1,5 cm, no período total de estudo, tanto para os sexos separados quanto para os sexos agrupados.

Foi utilizado o teste "t" de *Student* para investigar a existência de diferenças entre os comprimentos totais médios de machos e fêmeas, tanto para o período total de coletas como para os meses separadamente e verificar se as diferenças foram estatisticamente significativas.

### 3.3.3 Relações biométricas

Para a obtenção da relação peso total ( $W_t$ )/comprimento total ( $L_t$ ), procedeu-se a distribuição dos pontos empíricos individuais destas variáveis, considerando o comprimento total como variável independente e o peso total como variável dependente, a fim de estabelecer a expressão matemática que melhor se ajustasse aos dados da relação entre as duas variáveis envolvidas. A tendência dos pontos demonstrou a relação (Santos, 1978):

$$W_t = a.L_t^b$$

Onde:

$W_t$  = peso total em gramas.

$L_t$  = comprimento total em centímetros.

a = fator de condição, relacionado com bem estar dos indivíduos.

$b$  = coeficiente de alometria relacionada com o tipo de crescimento dos indivíduos.

Os valores coeficientes de "a" e "b" foram estimados pelo método dos mínimos quadrados após transformação logar ítmica dos dados empíricos, havendo entre essas duas variáveis transformadas ( $\ln$ ), linearidade através da expressão:

$$\ln W_t = \ln a + b \cdot \ln L_t.$$

Estimou-se o valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para demonstrar a adequação da equação encontrada aos pontos distribuídos no gráfico.

A existência de diferenças entre os sexos quanto à relação peso total/comprimento total foi analisada através do teste "t" para comparação dos coeficientes angulares de machos e fêmeas (Ivo & Fonteles-Filho, 1997).

Também foi obtida a relação entre o comprimento total ( $L_t$ ) e o comprimento padrão ( $L_s$ ), através da regressão linear dos valores empíricos dessas variáveis, que é dada pela seguinte relação:  $L_t = c + d \cdot L_s$

### 3.3.4 Estádios de repleção e índice de repleção

Os estádios de repleção, que mede o grau de enchimento dos estômagos, foram considerados de acordo com a escala sugerida por Berg (1979) e Hahn (1991), em Zero (vazio), I (parcialmente cheio) e II (cheio), como segue:

$$G_r = \frac{\sum iferi}{\sum fer_i}$$

Onde:

$G_r$  = Grau de repleção

$f_{eri}$ : Frequência absoluta do grau "i" de repleção (i = 0, I e II)

Com os dados de peso total ( $W_t$ ) e o peso do estômago ( $W_e$ ), foi calculado para cada exemplar o índice de repleção ( $I_r$ ), através da expressão:

$$IR = \frac{We}{Wt}$$

IR = Índice de Repleção

**Comprimento do intestino (Li):** O intestino foi mensurado, em centímetros, para a obtenção do índice intestinal (Ii), expresso pela razão entre o comprimento do intestino (Li) e o comprimento padrão do peixe (Lp) (Angelescu & Gneri, 1949; Smith, 1980).

### 3.3.5 Itens alimentares

Os estômagos foram dissecados e o conteúdo estomacal analisado sob microscópio JENA com aumento de até 400x, com base nos trabalhos de Werner, 1977 e Reviere, 2006.

### 3.3.6 Variáveis ambientais

As variáveis ambientais temperatura do ar e da água foram obtidas em cada coleta por meio de termômetro de máxima e mínima. Os valores relativos à precipitação pluviométrica e luminosidade foram obtidos na Estação de Meteorologia do Campus Central da UFRN, Natal/RN, distando 33 km do local de coleta.



**4. RESULTADOS**



**Os resultados estão apresentados em forma de artigos.**

### **ARTIGOS**

1. Temporal dynamics of feeding and reproduction in the Brazilian coral reef damselfish, *Stegastes fuscus*

Artigo submetido para a revista internacional **Coral Reefs**

2. Morfo-histologia do trato digestório de *Stegastes fuscus* (Cuvier) (Osteichthyes: Pomacentridae) em arrecifes no nordeste do Brasil

Artigo em preparação a ser submetido para a Revista **Austral Ecology**

OBS: As recomendações aos autores das revistas Coral Reefs e Austral Ecology estão nos anexos.



**Temporal dynamics of feeding and reproduction in the Brazilian coral reef damselfish, *Stegastes fuscus***

Journal:	<i>Coral Reefs</i>
Manuscript ID:	Draft
Manuscript Type:	Report
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Canan, Bhaskara; Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Department of Physiology Souza, Liliane; Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Department of Oceanography and Limnology Volpato, Gilson; Universidade Estadual de São Paulo, Laboratory of Animal Physiology and Behavior, Department of Physiology Gurgel, Hélio; Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Department of Physiology Araújo, Arrilton; Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Department of Physiology Chellappa, Sathyabama; Federal University of Rio Grande do Norte, Oceanography & Limnology
Keywords:	Environmental parameters, feeding, biological rhythm, Pomacentridae, reproduction



**ARTIGO I**

**Temporal dynamics of feeding and reproduction in the Brazilian coral reef damselfish, *Stegastes fuscus***

**BHASKARA CANAN, LILIANE DE LIMA GURGEL SOUZA, GILSON LUIZ  
VOLPATO, HÉLIO DE CASTRO BEZERRA GURGEL, ARRILTON ARAÚJO &  
SATHYABAMA CHELLAPPA**

Artigo submetido para a revista internacional **Coral Reefs**

Fator de Impacto: **2.398** (JCR-2005)  
Editor/distribuidor: **Springer** ISSN: **0722-4028**

(Atende ao objetivo específico I)

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

2007

**Temporal dynamics of feeding and reproduction in the Brazilian coral reef damselfish, *Stegastes fuscus***

*Bhaskara Canan*<sup>1</sup>, *Liliane de Lima Gurgel Souza*<sup>2</sup>, *Gilson Luiz Volpato*<sup>3</sup>, *Hélio de Castro Bezerra Gurgel*<sup>1</sup>, *Arrilton Araújo*<sup>1</sup> & *Sathyabama Chellappa*<sup>2</sup> \*

<sup>1</sup> Postgraduate Program in Psychobiology, Department of Physiology, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Av. Salgado Filho, 3000, Lago a Nova, Natal, Rio Grande do Norte, Brazil, CEP 59.072-970.

E-mail: meioambiente@cetcm.rn.senai.br; helio@cb.ufrn.br; arrilton@gmail.com

<sup>2</sup> Postgraduate Program in Aquatic Bioecology, Department of Oceanography and Limnology, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Praia de Mãe Luiza, s/n, Natal/RN, Brazil, CEP 59.014-100. E-mail: lilianegurgel@yahoo.com.br; bama@dol.ufrn.br

E-mail: bama@dol.ufrn.br (\***Corresponding Author**)

<sup>3</sup> Laboratory of Animal Physiology and Behavior, Research Center on Animal Welfare (RECAW), Department of Physiology, IB, CAUNESP, UNESP, Botucatu, SP, Brazil.

CEP: 18618-000. E-mail: volpgil@gmail.com

Run in Heading:

Feeding and reproduction in the Brazilian coral reef damselfish

**Abstract** The present study reports on the feeding and reproductive dynamics of the damselfish, *Stegastes fuscus* Cuvier, 1830 (Osteichthyes: Perciformes: Pomacentridae) in the coastal reefs of Búzios Beach, Rio Grande do Norte, Brazil. Each month, water temperatures and rainfall data were registered and fish captured on a monthly basis from September 2004 to August 2005. Body weight and length were measured, gonads were weighed and examined for sex determination and gonadal maturation was staged from macroscopic inspection. The stomachs were removed and classified according to the degree of fullness. Of the 562 sampled fish, females (78%) were predominant in relation to males. Only 14 (2.49%) out of this sample had empty stomachs and the rest (97.51%) had food in their stomachs, mainly macroalgae. Fish with empty stomachs occurred from August to December, whereas fish with food contents in stomachs occurred from January to July. The lowest mean degree of stomach fullness (1.59) was in August and the highest (2.29) in January. Five stages of gonadal maturation (immature, developing, mature, spent and resting) were identified. February to August was associated to a long period of gonadal resting, and the fish spawned in January and in September during the dry season.

**Keywords:** Feeding, reproduction, biological rhythm, environmental parameters, Pomacentridae.

## Introduction

The species that inhabit coral reefs are strongly influenced at low tides by external factors such as temperature, luminosity, and rainfall, among others (Manteifel *et al.*, 1978, Schwassmann 1980, Klumpp *et al.* 1987, Cleveland and Montgomery 2003). These effects result from the low volume of water in these areas, where part of it becomes trapped in tide pools. Thus, it is expected that tropical fish communities living in these areas are more influenced by the aforementioned external factors, since they vary throughout the year.

Fishes show a wide adaptive radiation in their feeding habits and their feeding pattern may be altered during the different seasons of the year, as in marine fish populations which exhibit annual changes in feeding (Lison De Loma *et al.* 2000, Menegatti *et al.* 2003) and reproduction dynamics (Richardson *et al.* 1997, Asoh 2003, Picciulin *et al.* 2004). Effects of temperature (Gibson *et al.* 1993), luminosity (Schwassmann 1980) and rainfall (Cloudsley-Thompson 1961) on annual distribution and population structure (Schwamborn and Ferreira 2002) have been detected in both fresh water and marine fish. However, relatively few studies have dealt with tropical reef fish.

Fishes in the equatorial regions are less subjected to variations in temperature and photoperiod, since they are practically constant all around the year, instead are affected by rainfall (Volpato and Trajano 2006). Thus, fishes in these regions are useful for studying the influences of the dry and wet periods of year on fish biology, since other intervening factors are reduced or even absent.

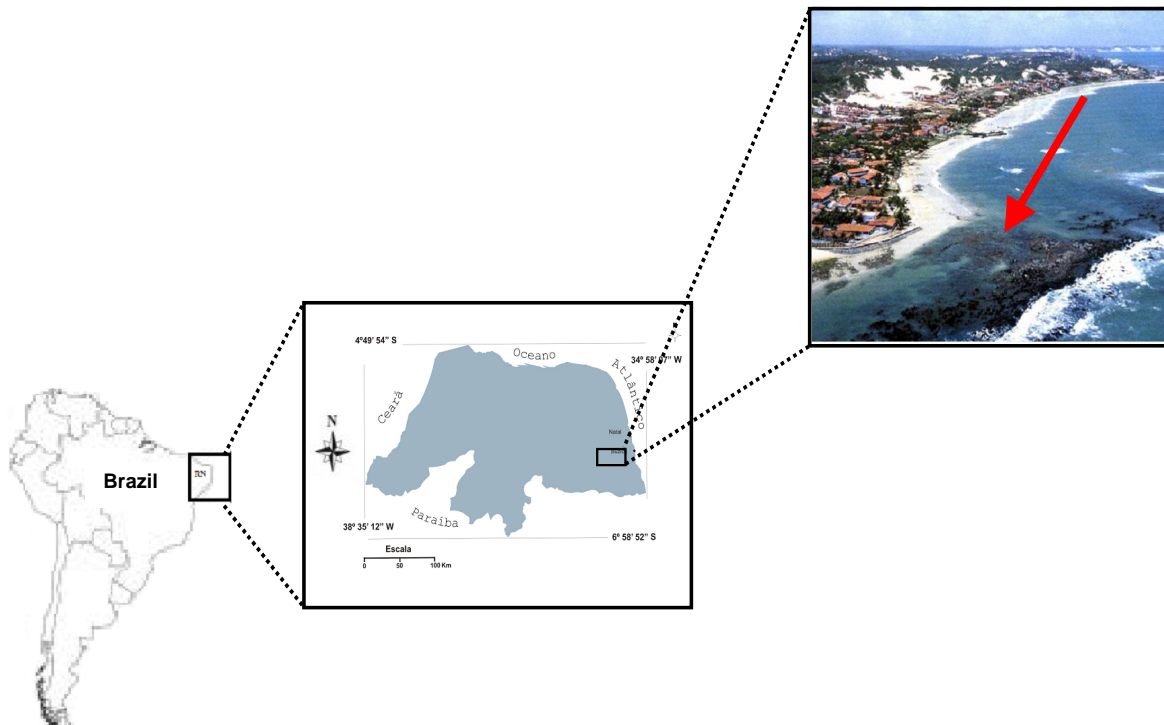
The damselfish, *Stegastes fuscus* (Cuvier 1830), (Osteichthyes: Perciformes: Pomacentridae), is found in reef formations in northeastern Brazil, near the Equator line and was investigated in the present study. The observations of fish occurrences were made at low tide periods, which is when they are most influenced by variations over the course of the year. In this study the sex ratio, the size structure of males and females, the degree of stomach repletion and gonadal development throughout the year was assessed in order to understand the temporal dynamics of feeding and reproduction in a coral reef population of *S. fuscus*.

## Materials and Methods

### Collection site

Samples of damselfish *S. fuscus* were collected from tide pools located in coral reefs, approximately 3,5 km in extension, in Búzios Beach of the municipality of Nizia Floresta,

Brazil (06°00'40''S; 35° 06'38''W) (Fig. 1). The study area is located in the South Atlantic Equatorial Zone, characterized by homogeneous and highly productive waters. Water surface temperature is around 26°C and salinity of 36 psu without large seasonal variations. Damselfish occurred in the collection site besides other fish species pertaining to the families Pomacentridae, Serranidae, Lutjanidae, Haemulidae and Scianidae. Benthonic macroalgal flora was represented by members of Rhodophyta, Chlorophyta and Phaeophyta with dominance of *Hypnea musciformis*, *Gracilaria* sp, *Solieria filiformis*, *Gelidium* sp and *Padina* sp.



**Figure 1.** Study area: Búzios Beach, Nísia Floresta, RN, Brazil (The arrow indicates the collection site).

## Procedures

Fish were captured monthly between September 2004 and August 2005, during the lowest daytime tides. Water temperatures (°C) were recorded monthly in the field on the same day when fish were collected. Rainfall data (mm) of the study area was obtained from the Meteorological Station of the Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Brazil.

The collections were performed with a 0.5 cm mesh hand net besides a fishing rod with a number 14 hook. Collections were carried out once a month, for three hours a day (90 minutes before and 90 minutes after peak low tide). The collected specimens were placed in plastic bags and packed in ice in a thermal container and were then transported to the Laboratory for immediate inspection.

The total body mass (TW) of each fish was registered to the nearest 0.001 g. The fish were then measured to obtain standard (SL) and total (TL) body lengths to the nearest 0.1 cm. The gonads were examined to identify sex. Gonadal development stages were determined macroscopically according to Asoh's (2003) classification. Gonadosomatic index (GSI) was calculated as the ratio between gonad weight and total body mass for females (Wootton *et al.* 1978).

The stomachs were removed to classify the degree of fullness: 0 (empty), 1 (up to 25%), 2 (between 25% and 75%) and 3 (between 75% and 100%), according to Berg (1979). To calculate these percentages, the food contents were accumulated at the bottom of the stomach and then this filled region was estimated in relation to total stomach volume. Stomach contents were identified using identification manuals for macroalgae and Diatomaceae (Werner, 1977; Reviere, 2006).

### **Statistical Analysis**

Monthly analysis of frequency of males and females was performed to obtain the sex proportion. The mean values were compared by ANOVA, considering month, sex and season (dry and rainy). The repletion index was normalised by square root ( $x + 0.5$ ), according to Zar (1999). The proportion between the numbers of fish was compared using Goodman's test (Goodman 1965) and sex ratio by  $\chi^2$ . Significance was attributed at 5% level.

### **Results**

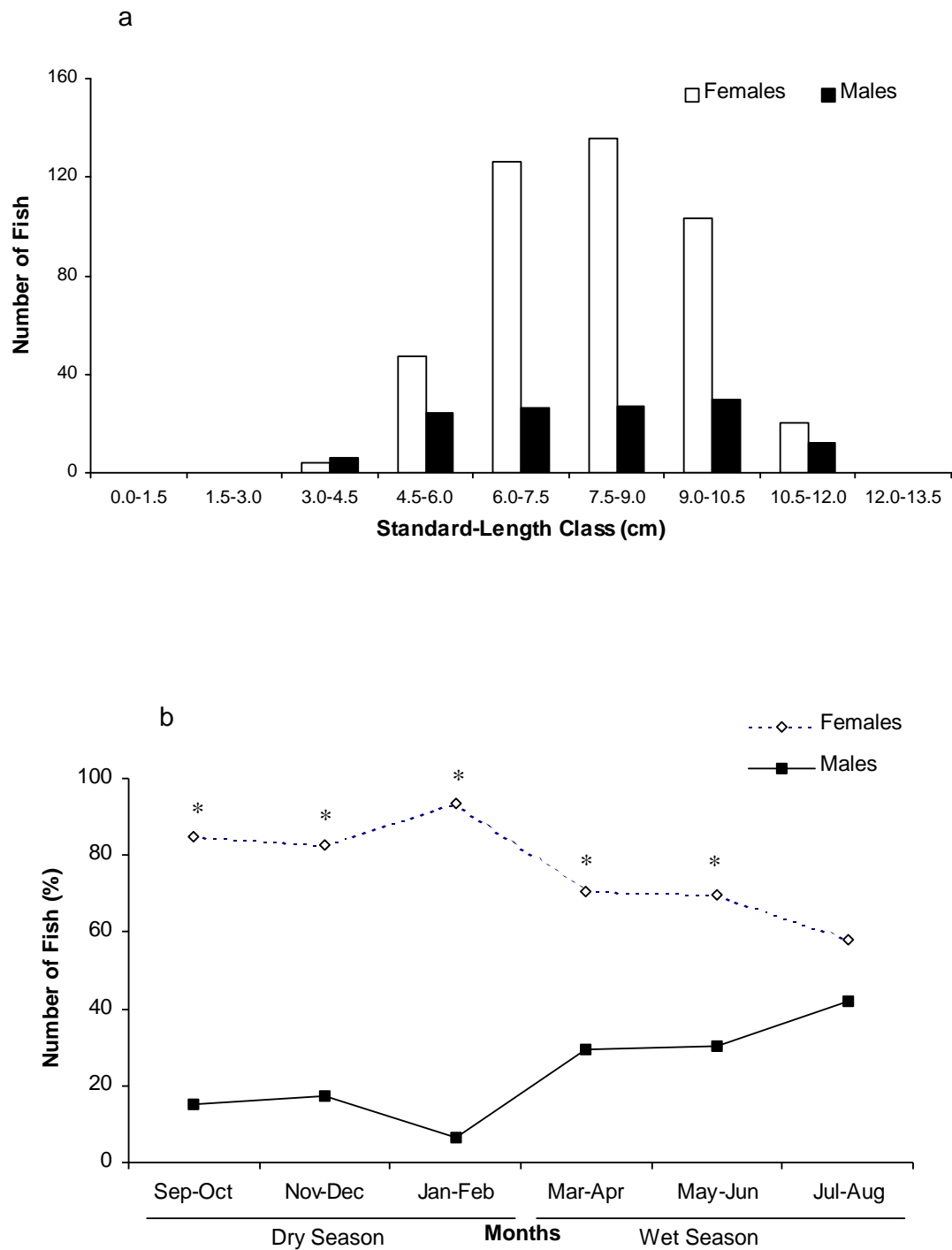
During the study period, northeastern Brazil experienced six months of dry season (September, 2004 to February, 2005), with a mean ( $\pm$ sd) rainfall of 18.33 mm  $\pm$  17.39 mm (Max = 44.0 mm; Min = 2.0 mm). Precipitation during the rainy season (March to August, 2005) averaged 307.83 mm  $\pm$  274.52 mm (Max = 752.0 mm; Min = 90.0 mm). There is a significant difference between the precipitation levels during the dry and rainy seasons ( $t=2.578$ ;  $p=0.0275$ ) (Fig. 7a). The water temperature varied from a maximum of 36°C in March, 2005 to a minimum of 25 °C in July, 2005 (Fig. 7b). During the dry season the mean



water temperature was  $32,67^{\circ}\text{C} \pm 1,21^{\circ}\text{C}$  (Max= $34,5^{\circ}\text{C}$ ; Min= $31^{\circ}\text{C}$ ), and during the rainy season the mean water temperature was  $30,58^{\circ}\text{C} \pm 4,65^{\circ}\text{C}$  (Max= $37^{\circ}\text{C}$ ; Min= $26^{\circ}\text{C}$ ) without any significant difference between the water temperature during the dry and rainy seasons ( $t=1.259$ ;  $p=0.2366$ ).

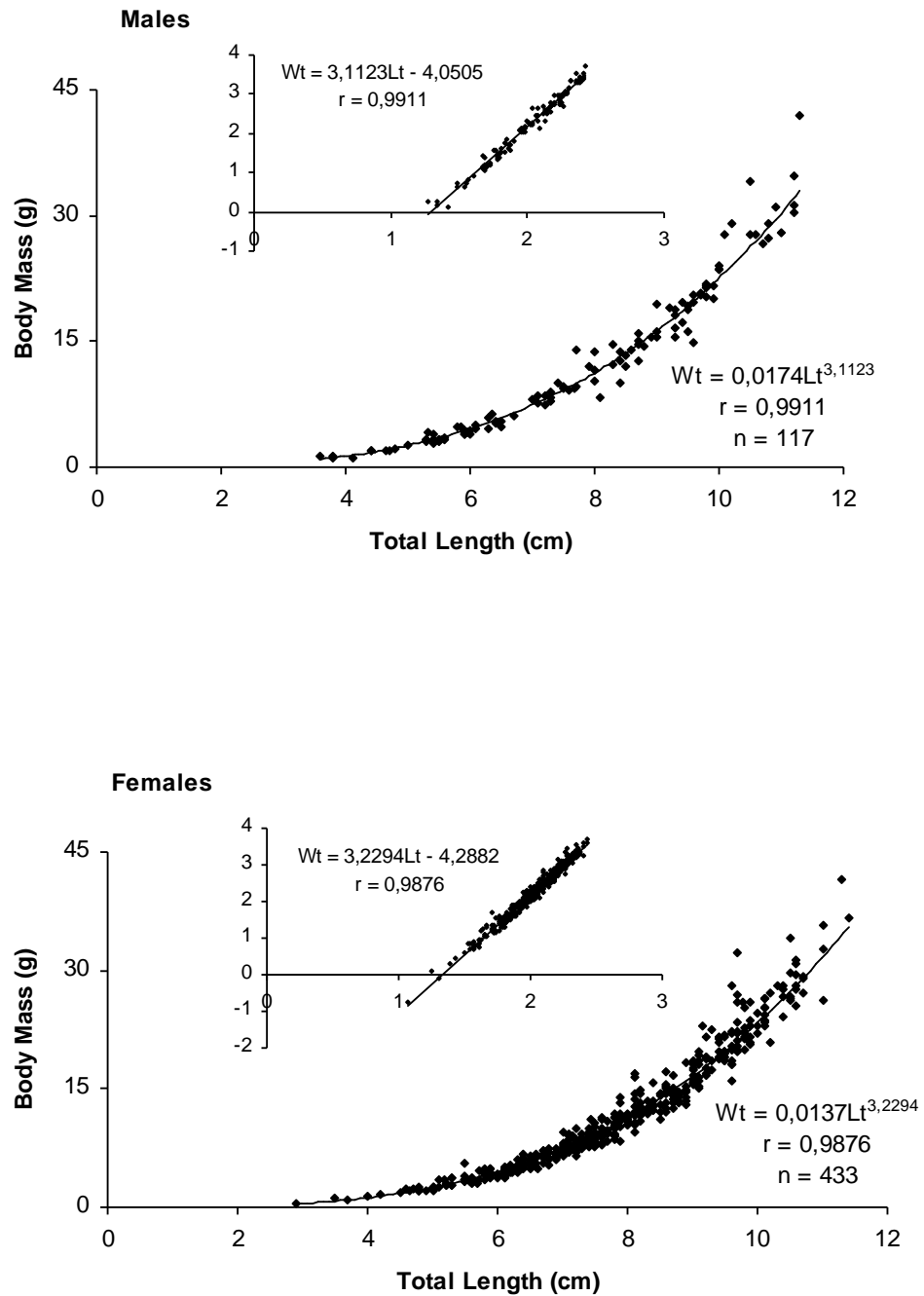
Monthly analysis of frequency of males and females, using standard size classes, showed normal distribution for both sexes. Males measured between 6.0 and 10.5 cm, whereas females were in the 4.5 to 10.5 cm range (Fig. 2a).

There were significant differences ( $\chi^2 = 35.75$ ) in the sex proportion between males and females throughout the study period, except for the months of July and August (Fig. 2b). A higher proportion of females (78%) than males (22%) was observed.



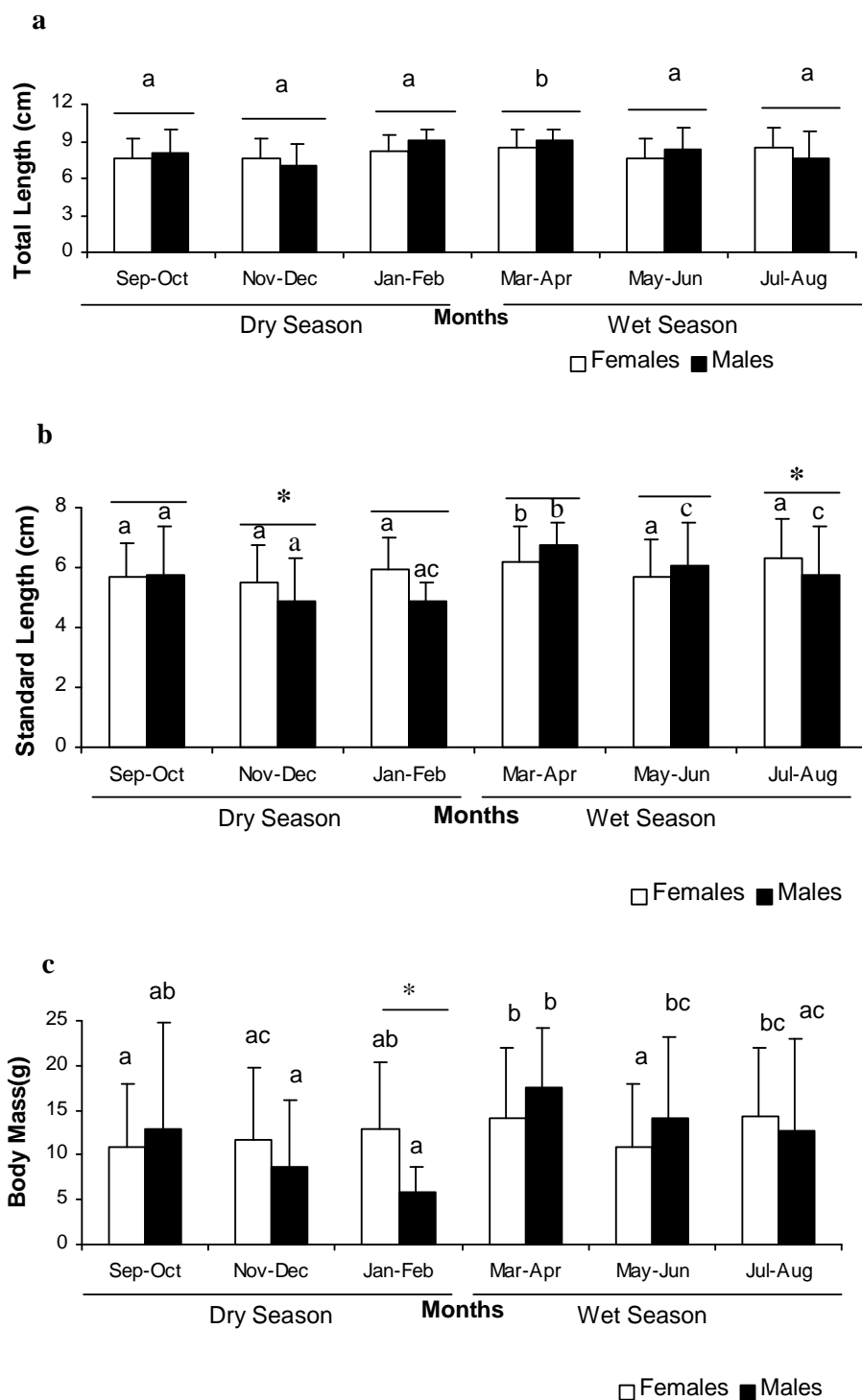
**Figure 2.** Class frequency of occurrence (a) and monthly variation in percentage of occurrence (b) of males and females of *Stegastes fuscus* in the coastal rocky reefs of Búzios Beach during 2004 to 2005 (Asterisks indicate significant differences).

Body weight and body length were correlated to each other by an exponential curve ( $r = 0.9876$  for females and  $0.9911$  for males (Fig. 3).



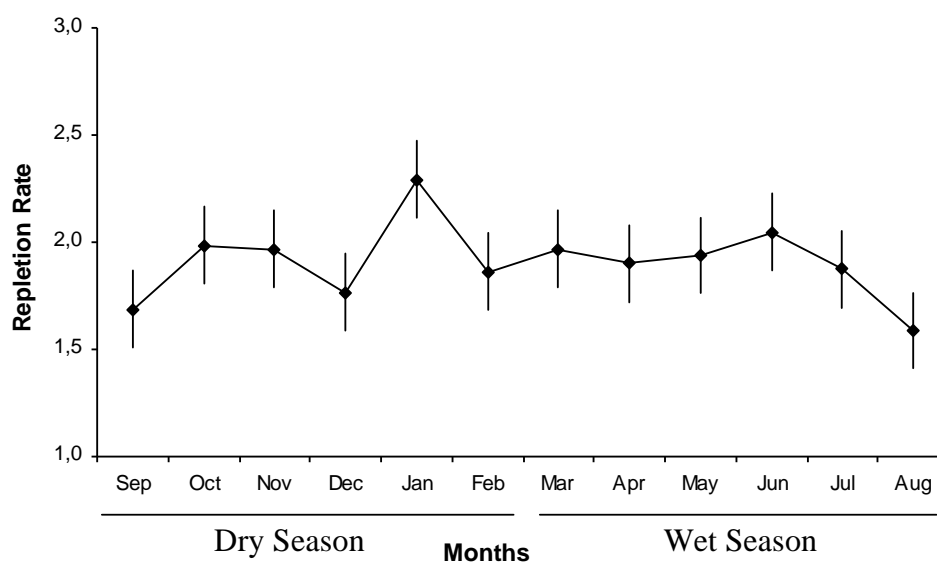
**Figure 3.** Relationship between body length and weight in males and females of *Stegastes fuscus*.

Fish size was more distinct between the sexes at the start of the dry season. The relation between sex and month did not affect fish size (Fig. 4a;  $F = 0.43$ ;  $p = 0.83$ ). Although size was not affected by sex ( $F = 1.11$ ;  $p = 0.29$ ), the fish were significantly larger in March and April than in the other months ( $F = 2.38$ ;  $p = 0.04$ ) (Fig. 4a). However, standard size varied according to the relation between the sexes and the months. In the months of July-August and November-December, the females were significantly larger than the males (Fig. 4b;  $F = 3.24$ ;  $p = 0.007$ ). The females captured in March-April and July-August had higher mean body size than in the other months. The males captured in March-April were the largest and those captured in November-December were the smallest. Body size was equally affected by the relation between sex and month (Fig. 4c;  $F = 2.75$ ;  $p = 0.02$ ). Concomitantly, the females had greater body weight than that of the males in January-February. Male weight was markedly different, with the highest mean in March-April and the lowest in January-February.



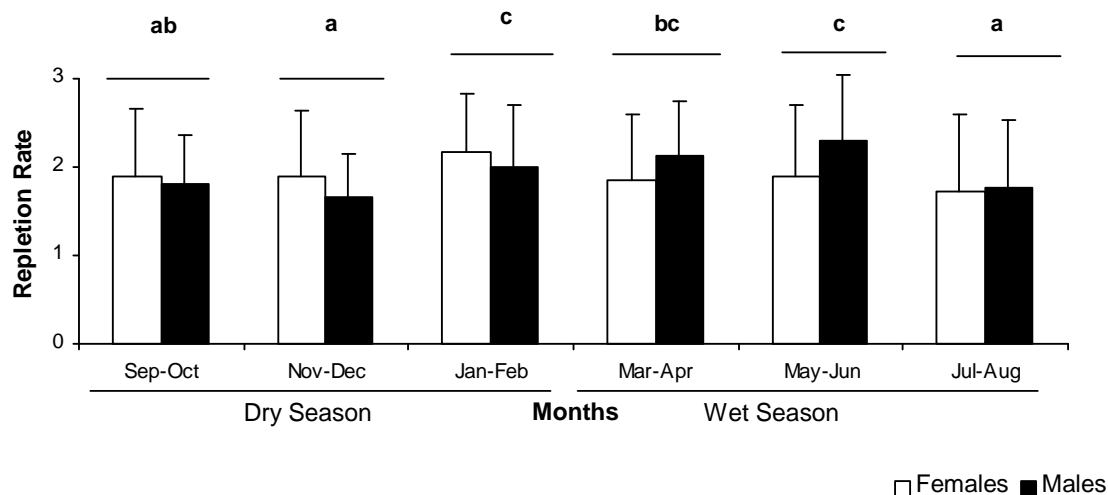
**Figure 4.** Size (a-total length, b-standard length and c-body mass) of *Stegastes fuscus* in relation to sex and seasonal variation during 2004 to 2005. Measurements indicated in similar simple letters were not significantly different among themselves (comparison across the months). The asterisks indicate significant differences between the sex, when compared during the same period.

Of the 562 specimens examined, a low proportion (14; 2.49%) had empty stomachs, whereas 548 (97.50%) specimens had stomach contents consisting mainly of macroalgae (*Gelidium* sp., *Grasilaria* sp. and *Padina* sp.), benthonic diatoms and organic debris. The highest frequencies of empty stomachs occurred from August -December, whereas the highest frequencies of stomachs with food occurred from January to July. The lowest mean repletion level (1.59) was in August, and the highest (2.29) occurred in January (Fig. 5).



**Figure 5.** Mean monthly values for degree of stomach fullness in *S. fuscus*, (for pooled sex).

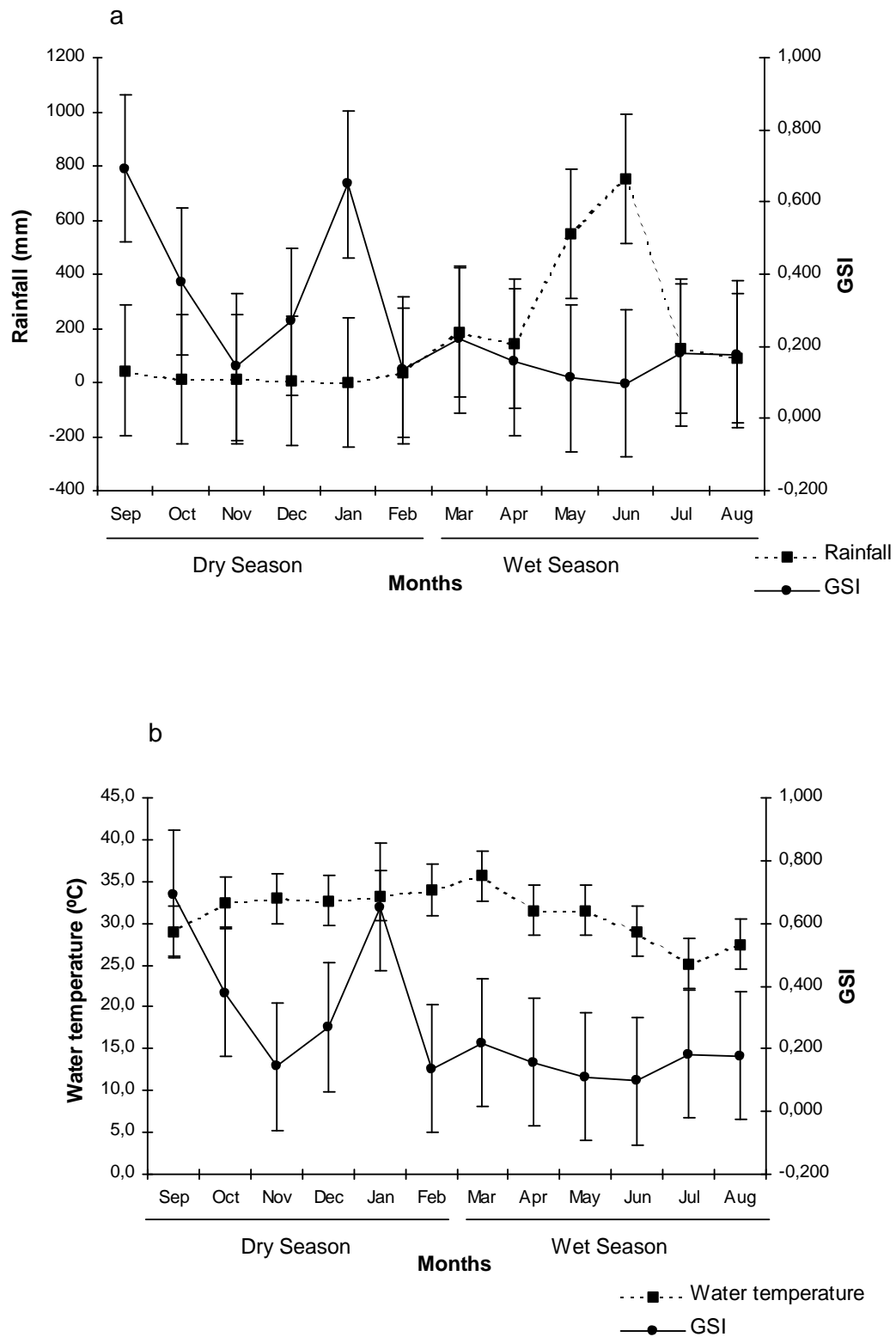
Repletion index of fish varied over the months (Fig. 6). No correlation was observed between fish size and repletion index, regardless of sex and season ( $r = 0.45$ ,  $p > 0.05$ ,  $n = 6$ ). However, a significant correlation was found between repletion index and total size of the males, regardless of season ( $F = 13.70$ ,  $p = 0.00033$ ;  $F = 7.35$ ,  $p = 0.0077$ , respectively). Differences between the sexes did not influence repletion index ( $F = 0.38$ ;  $p = 0.54$ ), despite the variations observed over the months ( $F = 2.22$ ;  $p = 0.05$ ) (Fig. 6). In general, the highest repletion index occurred between January and July.



**Figure 6.** Stomach repletion rate in *Stegastes fuscus* according to sex, season and across months during 2004 to 2005.

The grouping of horizontal lines indicate similar indices and simple letters above the lines indicate significant differences (medium with the same letter, however they were not significantly different among themselves).

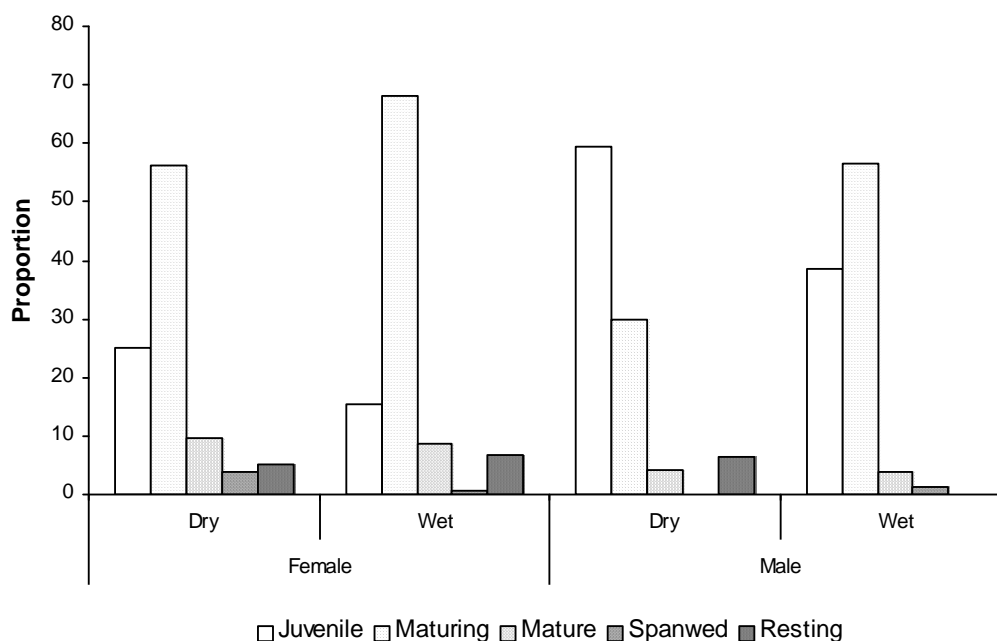
Five stages of gonadal maturation were identified through macroscopic analysis: immature, developing, mature, spent and resting. The gonadosomatic index (GSI) value of females increased in September, 2004 and in January, 2005, followed by a decrease between February and August, 2005. The period between February and August, 2005 was associated to a gonadal inactive period, during which young specimens were observed. The highest mean GSI values reached in September, 2004 and in January, 2005 occurred during the dry season. Females with developing and resting gonads predominated in the rainy season (Fig. 7a). The highest mean GSI values coincided with the lowest temperatures (Fig. 7b).



**Figure 7.** Monthly mean values of (a) rainfall and GSI (b) water temperatures and GSI in females of *Stegastes fuscus* during the period of 2004 to 2005.



Though gonadal development did not vary much throughout the year, the gonadal development profiles of males and females were different between one another in both dry and rainy seasons (Fig. 8). The females were predominately with developing gonads, whereas the males, for the most part, were juvenile and with immature gonads.



**Figure 8.** Fish proportion in relation to sex, gonadal status, dry and rainy season in *Stegastes fuscus*.

## Discussion

*S. fuscus* showed a distribution pattern associated mainly to rainfall, which is expected for fish populations in an equatorial region. The species showed positive allometric growth, with a similar growth curve between males and females, but with a higher proportion of females. The classical sex ratio is a balanced one, usually being 50% of males and 50% of females (Nikolsky 1969). However, proportions between males and females were different from 1:1 in the present study and females were predominant during most of the months. This is possibly due to the spatial distribution of these individuals since territoriality is a common

behaviour among pomacentrids during the reproductive phase. Males guard the eggs in territories before and after they hatch, thus keeping off the predators and unwanted female intruders. Male care also includes ventilation of eggs, cleaning of territory and discarding dead eggs, and these activities occupy about 25% of their time (Petersen 1995). This behaviour, possibly results in potential costs for the territorial males, which include lack of food availability during parental care (Tabata 1995, Blazquez *et al.* 1998, Gaillard *et al.* 2004), predation risks from bigger fishes, mortality difference between the sexes (Royce 1972) and ambient temperature (Hatcher 1981, Carpenter 1986, Klumpp and Polunin 1989, Horn 1989). As a consequence, a higher proportion of males die during the reproductive cycle, which explains the predominance of females of *S. fuscus* collected in the present work.

The difference in territorial distribution between *S. fuscus* males and females, as well as for other species, has been reported (Munro 1976, Papageorgiu 1979). In this study *S. fuscus* males were distributed predominately along the outer edges of the reefs, which are deeper, while the females were found in shallower areas. Since the specimens were collected in tide pools located on reef formations, the predominance of females may be a result of the specificity of the collection site.

Populational stratification could be another factor responsible for the unbalanced sex ratio of this species. The predominance of males of *S. diencaeus* in Barbados appears to be related to specific exigencies of males and females, resulting from environmental resources, like appropriate sites for breeding territories, proximity to cleaning stations and search for cleaning agents, depending on the parasitic loads (Cheney and Côté 2003). Thus, a possible populational stratification appears to be a more adequate explanation to justify the difference observed in sex ratio and such intra-specific variation is a common characteristic among reef fishes (Nemtsov 1997, Sikkell *et al.* 2005). The species residing in reefs live in a habitat which is frequently submitted to great environmental influences during the low tides like, temperature, photoperiod, rainfall, amidst others (Cleveland and Montgomery 2003). Among the environmental factors, rainfall and water temperature, possibly could provoke a populational stratification of *S. fuscus* in the semi-arid northeast of Brazil.

Annual variation in relation to the body size, food intake and gonadal development of *S. fuscus* was observed, with greater discrepancies occurring in March and April, possibly associated to rainfall. The weight-length equation indicates how much one variable changes in association with the variation of the other. In this context, the relation between the weight and length of *S. fuscus* showed slightly higher values for both sex, which differs from the value reported by Bohnsack and Harper (1989). This difference may be explained by the fact that

smaller fish (from 3 to 8 cm in furcal length) were used, whereas in the present study the size range of fish was larger (2.9 to 11.4 cm).

Differences in the weight-length relation between sexes have been reported for several fish species (Le Cren 1951, Royce 1972), and are a consequence of the higher energy expenditure of females during gonadal maturation (Wootton 1995). Even though the fish in the present study were predominately in the immature and developing gonadal phases, the expected marked effect of sex on the weight-length relation did not occur. One explanation for this finding is that, although female energy expenditure in producing gonads is greater, *S. fuscus* males spend energy defending their territory and protecting the territory (Itzkowits *et al.* 2000, Sikkil *et al.* 2005). Costs of territorial defense by males may be equivalent to expenditure of energy by female on gonadal development, which could explain the similarity in the weight-length curves of males and females.

This study confirms the herbivorous nature of *S. fuscus* in accordance with Ferreira *et al.* (1998) and Osório *et al.* (2006). There was no difference between the sexes in stomach repletion rates, though there was a higher rate between January and June. The increased ingestion may be related to the reproductive phase. This association may lead to accumulation of sufficient energy to complete the gonadal development. On the other hand, the higher repletion level may result from greater food availability. That is, reproduction may be associated with the period of greater food supply, which would guarantee not only adult development, but also offspring survival. This profile coincides partially with the higher *S. fuscus* length patterns found in March-April and July-August. There was a predominance of larger specimens in the rainy season, which seems to be a response more associated to food availability than to reproduction. The food supply is greater in the rainy season and therefore, in the dry period, the larger specimens must search for other feeding sites, which would explain the size variation of the fish collected in this study.

Considering the gonadal development phase of *S. fuscus*, the females were mainly in developing stages and the males in the immature or developing stages. That is, the females were in a more advanced stage of gonadal development than the males. This profile was independent of the rainy or dry season. The action of external influences have been considered important spawning synchronizers, for example, in *Chromis dispilus* (Tzioumis and Kingsford 1995). Even though spawning was not observed in this study, the different gonadal development phases between *S. fuscus* males and females suggest that there must be some acceleration mechanism for males or a delay mechanism for females that synchronizes the spawning period in this species. However, rainfall had no effect on overall gonadal

development. Since temperature and photoperiod duration are relatively constant throughout the year in the study area, other environmental stimuli may have had an influence. In this sense, the following environmental factors that modulate spawning are cited: lunar phase, turbidity, water turbulence and primary pulse production linked to seasonal flooding and the subsequent discharge of stream nutrients in coastal areas (Tyler and Stanton 1995). In tropical regions the rainy and dry seasons seem to be the most important in regulating fish reproduction (Volpato and Trajano 2006). This association was not clearly found in this study. However, such external spawning synchronizers may be relevant to this species. The spawning of *S. fuscus* occurred mainly in the dry season (September and February), whereas the initial gonadal development stages predominated in the rainy season. However, the expected different gonadal developmental phase distribution in relation to the dry and rainy seasons did not occur. This shows that possibly other environmental factors may be involved.

The spawning season observed in this study is slightly different to those reported for pomacentrids from other geographical regions. Sale (1977 and 1978) reported a 5-9 month spawning season duration for pomacentrids, with multiple, weekly or monthly frequencies, promoting a wide dispersion. In the northeast Caribbean, *Chronis cyanea* spawn in April, *Microspothodon chrysurus* in March, *S. fuscus* in January, June and September, and *S. leucostictus* in September (Erdman 1976). In the Red Sea, the numerous pomacentrid species, with their varied spawning behavior, reproduce from March-April to September (Fischelson et al. 1974). The fact that young individuals in maturation stages (males and females) are found throughout the year may be explained from their reproductive behavior, since the species, despite showing parental care, have a considerable number of offspring per year owing to oocyte production at frequent intervals.

### **Acknowledgements**

This study was supported by the National Council for Scientific and Technological Development of Brazil (CNPq) in the form of Research grants (S. Chellappa, Grant n°. 307497/2006-2, A. Araújo, Grant n°. 302012/2006-0 and G. L. Volpato, Grant n°. 300056/2005-2) and by the Foundation CAPES/MEC (scholarship awarded to L.L.G. Souza during the study period).

## References

- Asoh K (2003) Gonadal development and infrequent sex change in a population of the humbug damselfish, *Dascyllus aruanus*, in continuous coral-cover habitat. *Marine Biology* 142:1207-1218
- Berg J (1979) Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Mar Biol* 50: 263-273.
- Blazquez M, Zanuy S, Carillo M, Piferrer F (1998) Structural and functional effects of early exposure to estradiol-17 beta and 17 alpha-ethy ny lestradiol on the gonads of gonochoristic teleost *Dicentrarchus labrax*. *Fish Physiol. Biochem* 18: 37-47
- Bohnsack JA, Harper OE (1989) Length-weight relationships of selected marine reef fishes from the southeastern United States and the Caribbean. *NOAA Tech. Mem NMFS-SEFC* 215: 1-31
- Carpenter RC (1986) Partitioning herbivory and its effects on coral reef algal communities. *Ecol Monogr* 56 (4): 345-363
- Cheney KL, Côté IM (2003) Indirect consequences of parental care: sex differences in ectoparasite burden and cleaner-seeking activity in longfin damselfish. *Mar Ecol Prog Ser* 262: 267-275
- Cleveland A, Montgomery WL (2003) Gut characteristics and assimilation efficiencies in two species of herbivorous damselfishes (Pomacentridae: *Stegastes dorsopunicans* and *S. planifrons*). *Marine Biology* 142 (1): 35-44
- Cloudsley-Thompson JL (1961) Rhythmic activity in animal physiology and behavior. Academic Press, New York and London
- Erdman DS (1976) Spawning patterns of fishes from the northeastern Caribbean. *Agric Fish Contrib Dep Agric Puerto Rico* 8(2):1-36

- Ferreira CEL, Gonçalves JEA, Coutinho R, Peret AC (1998) Herbivory by the dusky damselfish *Stegastes fuscus* (Cuvier, 1830) in a tropical rocky shore: effects on the benthic community. *J Exp Mar Biol Ecol* 229: 241-264
- Fischelson L, Popper D, Aviad A (1974) Biosociology and ecology of pomacentrid fishes around the Sinai Peninsula (northern Red Sea). *J Fish Biol* 6: 119-133
- Gaillard S, Grillasca JP, Leung-Tack D, Aubert J (2004) A brief story of fish sex. *J Fish Soc Taiwan* 31(1): 1-11
- Gibson, R. N.; Ansell, A. D. & Robb, L. (1993). Seasonal and annual variations in abundance and species composition of fish and macrocrustacean communities on a Scottish sandy beach. *Mar Ecol Prog Ser* 98, 89-105
- Goodman L (1965) Simultaneous confidence intervals for multinomial proportions. *Technometrics* 7 (2): 247-254
- Hatcher BG (1981) The interaction between grazing organisms and the epilithic algal community of a coral reef: A quantitative assessment. *Proc Int Coral Reef Symp* 4th 2: 515-524
- Horn MH (1989) Biology of Marine Herbivorous Fishes. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 27: 167-272
- Itzkowitz M, Ludlow A, Haley M (2000) Territorial boundaries of the male beaugregory damselfish. *J Fish Biol* London, 56: 1138-1114
- Klumpp DW, Polunin NVC (1989) Partitioning among grazers of food resources within damselfish territories on a coral reef. *J Exp Mar Biol Ecol* 125: 145- 169
- Klumpp DW, McKinnon AD, Daniel P (1987) Damselfish territories: zones of high productivity on coral reefs. *Mar Ecol Prog Ser* 40: 41-51
- Le Cren ED (1951) The length-weight relationship and population cycle in gonad weight and condition in the perch *Perca fluviatilis*. *J Anim Ecol* 20(2): 201-219

- Lison De Loma T, Harmelin-Vivien M, Naim O, Fontaine MF (2000) Algal food processing by *Stegastes nigricans*, an herbivorous damselfish: Differences between an undisturbed and a disturbed coral reef site (La Réunion, Indian Ocean). *Oceanol Acta* 23(7): 793-804
- Manteifel BP, Girsu II, Pavlov, DS (1978) On rhythms of fish behaviour. In: Thorpe, J E (ed). *Rhythmic Activity of Fishes*. Academic Press, London, pp 215-224
- Menegatti JV, Vescovi DL, Floeter SR (2003) Interações agonísticas e forrageamento do peixe-donzela *Stegastes fuscus* (Perciformes: Pomacentridae). *Natureza* 1(2): 45-50
- Munro JJ (1976) Aspects of the Biology and Ecology of Caribbean, reef Fishes: Mullidae (goat-fishes). *J Fish Biol* 9: 79-97
- Nemtsov SC (1997) Intraspecific variation in home range exclusivity by female green razorfish, *Xyrichtys splendens* (family Labridae), in different habitats. *Environ Biol Fish* 50: 371-381
- Nikolsky GV (1969) *Theory of Fish Population Dynamics*. Edinburgh: Oliver and Boyd
- Osório R, Rosa IL, Cabral H (2006) Territorial defence by the Brazilian damsel *Stegastes fuscus* (Teleostei: Pomacentridae). *J Fish Biol* 69 (1), 233-242
- Papageorgiu NK (1979) The length-weight relationship, age, growth and reproduction of the roach *Rutilus rutilus* (L.) in lake Volvi. *J Fish Biol* 14 529-539
- Petersen CW (1995) Male mating success and female choice in permanently territorial damselfishes. *Bull Mar Sci* 57: 690-704
- Picciulin M, Varginella L, Spoto M, Ferrero EA (2004) Colonial nesting and the importance of the brood size in male parasitic reproduction of the Mediterranean damselfish *Chromis chromis* (Pisces: Pomacentridae) *Environ Biol Fish* 70(1): 23-30
- Reviere B (2006) *Biology and filogeny of algae*. Artmed, Brazil
- Richardson DL, Harrison PL, Harriott VJ (1997) Timing of spawning and fecundity of a tropical and subtropical anemonefish (Pomacentridae: Amphiprion) on a high latitude reef on the east coast of Australia. *Mar Ecol Prog Ser* 156: 175-181

- Royce WF (1972) Introduction to the fishery science . London, Academic Press
- Sale PF (1977) Maintenance of high diversity in coral reef fish communities. *Am Nat* 111: 337-359
- Sale PF (1978) Reef fishes and other vertebrate: a comparison of social structure s. *Cont Behav* 313-346
- Schawssmann HO (1980) Biological rhythms: their adaptive significance. In: Ali MA (ed) *Environmental Physiology of Fishes*. Plenum Publishing Corp. New York, pp 613 -630
- Schwamborn SHL, Ferreira SP (2002) Age structure and growth of the dusky damselfish, *Stegastes fuscus*, from Tamandaré reefs, Pernambuco, Brazil. *Environ Biol Fish* 63: 79-88
- Sikkel PC, Herzlieb SE, Kramer DL (2005) Compensatory cleaner-seeking behaviour following spawning in female yellowtail damselfish. *Mar Ecol Prog Ser* 296: 1-11
- Tabata K (1995) Reduction of female proportion in lower growing fish separated from normal and feminized seedlings of hirame *Paralichthys olivaceus*. *Fish Sci* 61 (2): 199-201
- Tyler WA, Stanton FG (1995) Potential influence of food abundance on spawning patterns in a damselfish, *Abudefduf abdominalis*. *Bull Mar Sci*. 57: 610–623
- Tzioumis V, Kingsford MJ (1995) Periodicity of spawning of two temperate damselfishes: *Parma microlepis* and *Chromis dispilus*. *Bull Mar Sci* 57 (3): 596-609
- Volpato, GL, Trajano, E. (2006) Biological rhythms. In: Val LA, VMFA, Randal DJ (eds) *Fish Physiology*. Elsevier, San Diego, pp 101-153
- Werner D (1977) The biology of diatoms. Blackwell, London
- Wootton RJ (1995) Constraints in the evolution of fish life histories. *Neth J Zool* 42: 291-303
- Wootton RJ, Evans GW, Mills LA (1978) Annual cycle in female three -spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) from an upland and lowland population. *J Fish Biol* 12:331 - 343
- Zar JH (1999) *Biostatistical Analysis*, Fourth ed. Prentice Hall



**ARTIGO II**

**Morfo-histologia do trato digestório de *Stegastes fuscus* (Cuvier) (Osteichthyes: Pomacentridae) em arrecifes no nordeste do Brasil**

***BHASKARA CANAN, NAISANDRA BEZERRA DA SILVA, LILIANE DE LIMA GURGEL SOUZA, HÉLIO DE CASTRO BEZERRA GURGEL, ARRI LTON ARAÚJO & SATHYABAMA CHELLAPPA.***

**Artigo em preparação a ser submetido para a Revista *Austral Ecology*  
QUALIS CAPES Internacional – A  
Fator de Impacto: 1,771 (JCR-2006)  
ISSN: 1442-9985**

(Atende ao objetivo específico II)

**Morfo-histologia do trato digestório de *Stegastes fuscus* (Cuvier) (Osteichthyes: Pomacentridae) em arrecifes no nordeste do Brasil**

*Bhaskara Canan<sup>1</sup>, Naisandra Bezerra da Silva<sup>2</sup>, Liliane de Lima Gurgel Souza<sup>3</sup>, Hélio de Castro Bezerra Gurgel<sup>1</sup>, Arrilton Araújo<sup>1</sup> & Sathyabama Chellappa<sup>3</sup>.*

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia, Departamento de Fisiologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, RN, Brasil. CEP: 59072-970.

E-mail: meioambiente@cetcm.rn.senai.br; helio@cb.ufrn.br

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática, Centro de Biociências, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Praia de Mãe Luíza, s/n, 59014-100, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

E-mail: bama@dol.ufrn.br

<sup>3</sup> Laboratório de Fisiologia Animal e Comportamento, Centro de Pesquisa de Bem-estar Animal (RECAW), Departamento de Fisiologia, Instituto de Biociências, CAUNESP, UNESP, Botucatu, SP, Brasil. CEP 510, CEP: 18618-000.

E-mail: gilvolp@gmail.com

**ABSTRACT.** The morpho-histology of the digestive tract of the damsel fish, *Stegastes fuscus* Cuvier, 1830 (Osteichthyes: Pomacentridae), was investigated. Thirty individuals of damsel fish were collected from the coastal reefs of Búzios Beach, Rio Grande do Norte, Brazil. The digestive tracts were dissected out from the fish and fixed in 10% formalin. After 24 hours of fixation, the esophagus, stomach and the intestine were sectioned and the intestinal index was calculated. The digestive organs were anatomically analyzed and fragments were taken from parts corresponding to the esophagus, cardiac, fundus and pyloric regions of the stomach besides the anterior, medium and posterior parts of the intestine. For morphological descriptions purposes, the form, thickness, length, presence of folds, valves, sphincters, and characterization of sub-mucosa, and distribution of granular cells and glands were considered: It was found that the esophagus was short with difficult delimitation from the cardiac region of the stomach, with the esophagic sphincters and a gradual substitution of simple cubical esophagic epithelium by a simple cylindrical stomach. A thick and distensible wall was observed, and longitudinally folded mucosa parallel to invaginations of tubular mucus glands, besides esophagic folds covered by simple cubical epithelia. The mucus glands were predominant, with secretory esophagus cells. The muscular layer of esophagus presented all along its extension striated fibers. Close to the stomach, in the transition region, there were plain and striated muscular fibers. There were three long pyloric caecae, inserted immediately after the pyloric sphincter, between the stomach and intestine. The intestine was long and thin, with four folds around the stomach and the intestinal coefficient was 2.18 times the standard body length. The anterior intestine presented folds similar to as those of pyloric caecae. Observing the volume of macro algae in the diet composition, *Stegastes fuscus* is considered to be a preferential herbivore and its morpho-histological characters confirm this preference.

**Key words:** Morpho-histology, digestive tract, *Stegastes fuscus*.

**RESUMO.** A morfo-histologia do trato digestório de *Stegastes fuscus* Cuvier, 1830 (Osteichthyes: Pomacentridae), foi investigada. Foram coletados, 30 espécimes adultos nas piscinas de maré localizadas nos arrecifes rochosos da praia de Búzi os, Rio Grande do Norte, Brasil. Foram retirados os tubos digestórios dos espécimes coletados e fixado em formol 10%. Após 24 horas de fixação, foram seccionados o esôfago, o estômago e o intestino, para a obtenção do índice intestinal. Os órgãos digestórios foram analisados anatomicamente e deles foram retirados fragmentos, que corresponderam as regiões esofágica, cárdica, fúndica e pilórica do estômago e intestinos anterior, médio e posterior. Na descrição morfológica, considerou-se à caracterização da forma, espessura, comprimento, presença de pregas, presença de válvulas e esfíncteres dos órgãos estudados, como também a caracterização da submucosa e distribuição de células granulares e, ou glândulas nesta túnica. Foi observado um esôfago curto de difícil delimitação com a região cárdica estomacal, com esfíncter esofágico assim como uma substituição gradativa do epitélio cúbico simples esofágico pelo cilíndrico simples estomacal. Foi verificada uma parede espessa, e distensível e uma mucosa com pregas longitudinais paralelas com invaginações originando glândulas tubulares mucosas, além de pregas esofágicas revestidas por um epitélio cúbico simples. Predominaram as glândulas mucosas, destacando-se células secretoras esofágicas. A camada muscular do esôfago apresentou em toda sua extensão fibras estriadas. Próximo ao estômago, na região de transição ocorreram fibras musculares lisas e estriadas. Ocorreram três cecos longos, inseridos logo após o esfíncter pilórico, em bolsa serosa, limítrofe entre o estômago e o intestino. Foi observado um intestino longo e fino, com quatro dobras em torno do estômago e o coeficiente intestinal correspondeu a 2,18 vezes o comprimento padrão do corpo. O intestino anterior apresentou pregas semelhantes às verificadas nos cecos pilóricos. Em função do volume de macroalgas em sua composição de dieta, *Stegastes fuscus* é considerada como preferencialmente herbívora e os aspectos morfo-histológicos confirmam essa preferência.

**Palavras-Chave:** morfo-histologia, trato digestório, *Stegastes fuscus*.

## 1. INTRODUÇÃO

A caracterização morfológica do trato digestório em peixes é indispensável para a compreensão da fisiologia alimentar. Além disso, gera subsídios para o delineamento do hábito alimentar das espécies estudadas. Estes estudos foram realizados a partir da cavidade bucofaringeana (RODRIGUES *et al.*, 2006; NOVAKOWSKI *et al.*, 2004) a estrutura do tubo digestório (SILVA *et al.*, 2005; RIBEIRO & FANTA, 2000).

A maioria dos estudos sobre o perfil anual das populações de peixes marinhos converge para o entendimento da dinâmica da alimentação com base na análise de conteúdos estomacais (LISON De LOMA *et al.*, 2000; CLEVELAND & MOTGOMERY, 2003). Embora exista um crescente interesse na anatomia e histologia do sistema digestório de peixes, estes estudos ainda são escassos, mesmo diante da possibilidade de colaborarem seguramente com a identificação da dieta da espécie.

Investigações do espectro alimentar, por meio de estudos de conteúdo estomacais, aliadas a análises morfológicas de órgãos envolvidos na tomada do alimento ou que participam da digestão alimentar, têm auxiliado na interpretação da dinâmica alimentar e ocupação de habitats por espécies ícticas (WOOTTON, 1990; BALASSA *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2005).

O peixe-donzela, *Stegastes fuscus* (Cuvier, 1830), Pomacentridae, é encontrado em formações recifais na região Nordeste do Brasil, próximo a Linha do Equador (06°00'40''S). Possui hábito diurno, habitando geralmente lugares rasos, com profundidade inferior a oito metros, em recifes biogênicos ou rochosos (MENEGATTI *et al.*, 2003). A dieta dos adultos é composta principalmente por algas (70%), mas também ingerem itens animais (30%) (FERREIRA *et al.*, 1998). Essa adaptação é fundamentalmente explicada pela maior necessidade de proteína, durante a fase inicial de vida, para um rápido crescimento (MATTSON, 1980).

*S. fuscus* apesar de porte reduzido e pouco valor comercial figura entre uma das espécies de grande importância como elo na cadeia alimentar de arrecifes no Nordeste brasileiro (OSÓRIO *et al.*, 2006).

Diante do exposto e aliados às poucas informações científicas a respeito de *S. fuscus*, o presente estudo teve como objetivo fornecer informações sobre a morfologia e a histologia do sistema digestório desta espécie, oferecendo subsídios para compreensão de seu hábito alimentar.

## 2. METODOLOGIA

Neste estudo, foram utilizados 30 exemplares adultos do peixe -donzela *Stegastes fuscus* com  $6,95 \pm 0,94$  cm de comprimento padrão e  $10,76 \pm 2,78$  g de peso corpóreo, coletados nas poças de maré localizadas sobre a faixa de arrecifes (aproximadamente 3 km de extensão) na Praia de Búzios no município de Nízia Floresta, RN ( $06^{\circ}00'40''S$ ;  $35^{\circ}06'33''W$ ) no período de Agosto de 2004 a Julho de 2005.

Após a captura, os exemplares foram incisados ventralmente, permitindo a exposição do tubo digestório, que foi utilizado para o estudo anatômico e histológico. O tubo digestório foi retirado da cavidade celomática e fixado em formol 10% imediatamente. Após 24 horas de fixação, foram seccionados o esôfago, o estômago e o intestino que foi mensurado para a obtenção do índice intestinal (Ii), expresso pela razão entre o comprimento do intestino (Li) e o comprimento padrão do peixe (Lp) (ANGELESCU & GNERI, 1949). Segundo BERTIN (1958) a relação entre o intestino e o comprimento do corpo varia conforme os hábitos alimentares, nos carnívoros, essa relação está compreendida entre 0,2 e 2,5, nos onívoros, entre 0,6 e 8,0 e nos herbívoros entre 0,8 e 15,0. Para análise anatômica dos órgãos digestórios foi utilizado um estereoscópio (PZO Labimex). Dos órgãos digestórios foram retirados fragmentos, que faziam parte das regiões esofágica, cárdica, fúndica e pilórica estomacais e dos intestinos anterior, médio e posterior. Os fragmentos foram submetidos a técnicas histológicas de rotina (desidratação, diafanização e inclusão em parafina), e microseccionados a 5  $\mu$ m. Para o procedimento de microfotografia das lâminas foi utilizado um microscópio Olympus B.202 acoplado a câmera digital Nikon DXM 1200, com as imagens processadas no programa Nikon ACT-1. Foram aplicados aos cortes obtidos, protocolos histológicos convencionais de HE – Hematoxilina de Harris, Eosina (MAIA, 1979) e PAS – Ácido Periódico Schiff (BEHMER *et. al.*, 1976) com algumas adaptações.

Para a descrição morfológica, especial atenção foi dada à caracterização do formato geral do corpo, posição e tamanho da boca, posição e tamanho dos olhos, tipo de dentição, tipo e forma das brânquias e rastros branquiais e da forma, espessura, comprimento, presença de pregas, válvulas e esfíncteres dos órgãos estudados. Foram considerados também a estrutura da mucosa, quanto ao tipo de epitélio, e os tipos celulares que o compõe, assim como uma possível ocorrência de glândulas na lâmina própria e a presença ou ausência da muscular da mucosa, a caracterização da submucosa e distribuição de células granulares e, ou glândulas nesta túnica. Além disso, a organização da túnica muscular, da serosa ou da adventícia quando presente.

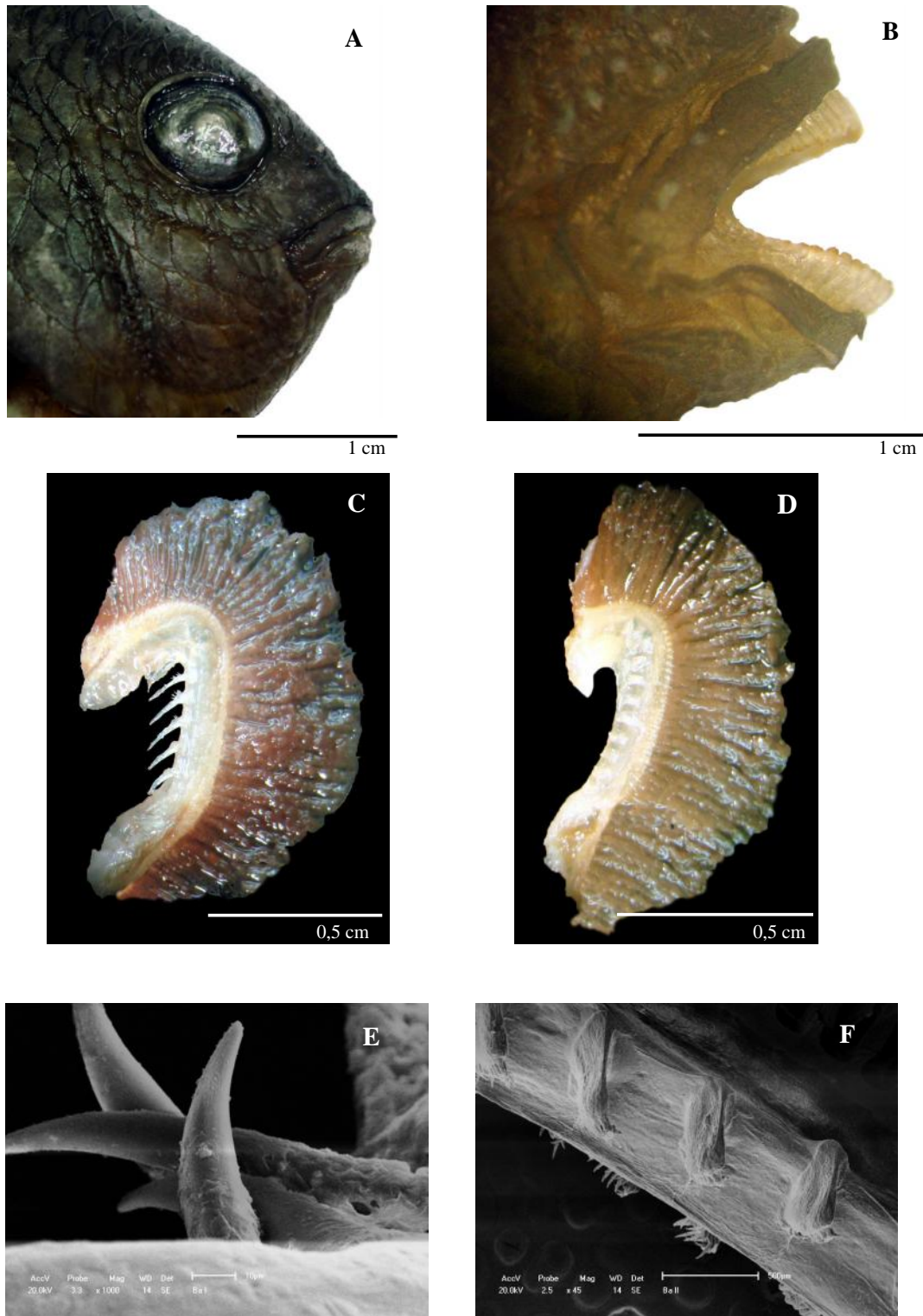
Para a caracterização dos rastros branquiais do 1º e do 2º arcos branquiais, foram realizadas fotografias em microscopia eletrônica de varredura (MEV), utilizando microscópio Modelo SSX-550, Marca Shimadzu, com aceleração de voltagem AccV = 20kv e recobrimento em metalizador a ouro modelo IC -50, Marca Shimadzu, com camada de 10 nm de espesura, no Laboratório de Microscopia do Centro de Tecnologias do Gás, CTGas - SENAI-DR-RN/PETROBRAS.

### **3. RESULTADOS**

#### **Análise Anatômica dos Órgãos Digestórios**

##### **3.1 Análise Morfológica**

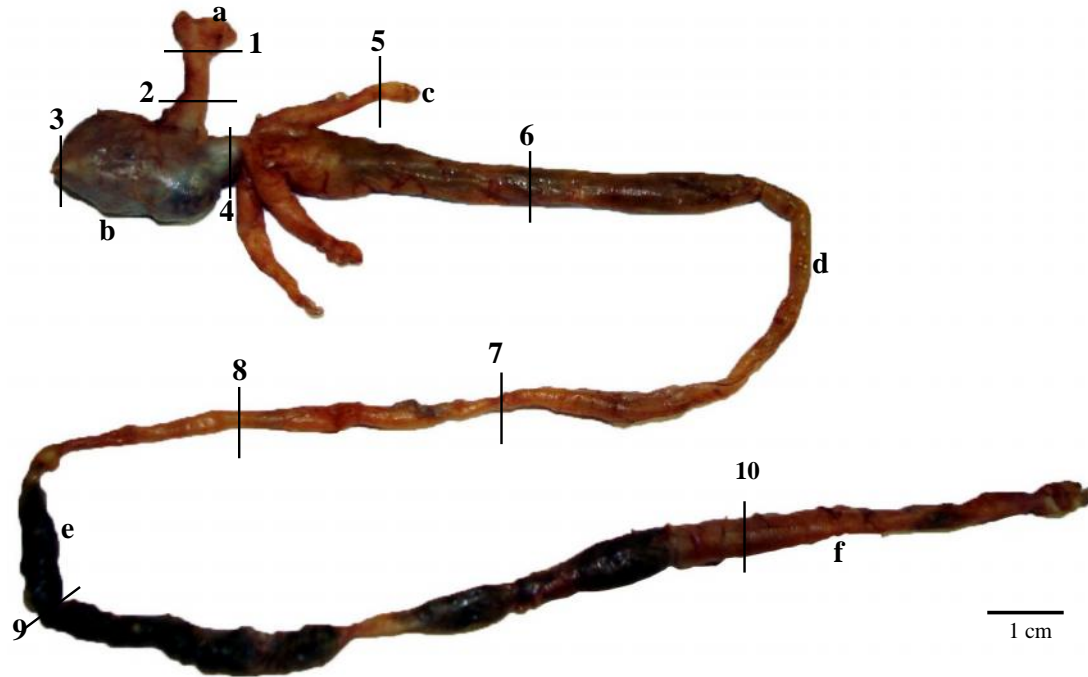
A espécie *Stegastes fuscus* possui corpo alto e comprimido laterolateralmente, com boca terminal, que quando aberta apresenta ligeira protrabilidade. Os dentes são incisiviformes achatados, não entalhados, formando uma única série nas maxilas. Possui quatro pares de arcos branquiais com o primeiro arco branquial apresentando rastros branquiais longos e finos (Fig. 01 A, B, C, D, E e F).



**Figura 01** - Cabeça de *S. fuscus* com boca fechada (A) e com boca aberta (B). Vista lateral. Arcos branquiais de *S. fuscus*. Primeiro arco branquial (C), segundo arco branquial (D), lado esquerdo; rastros branquiais do 1º arco branquial em MEV (E), rastros branquiais do 2º arco branquial em MEV (F).



Para confecção das lâminas foram submetidas à microtomia diferentes regiões do tubo digestório (Fig.02).



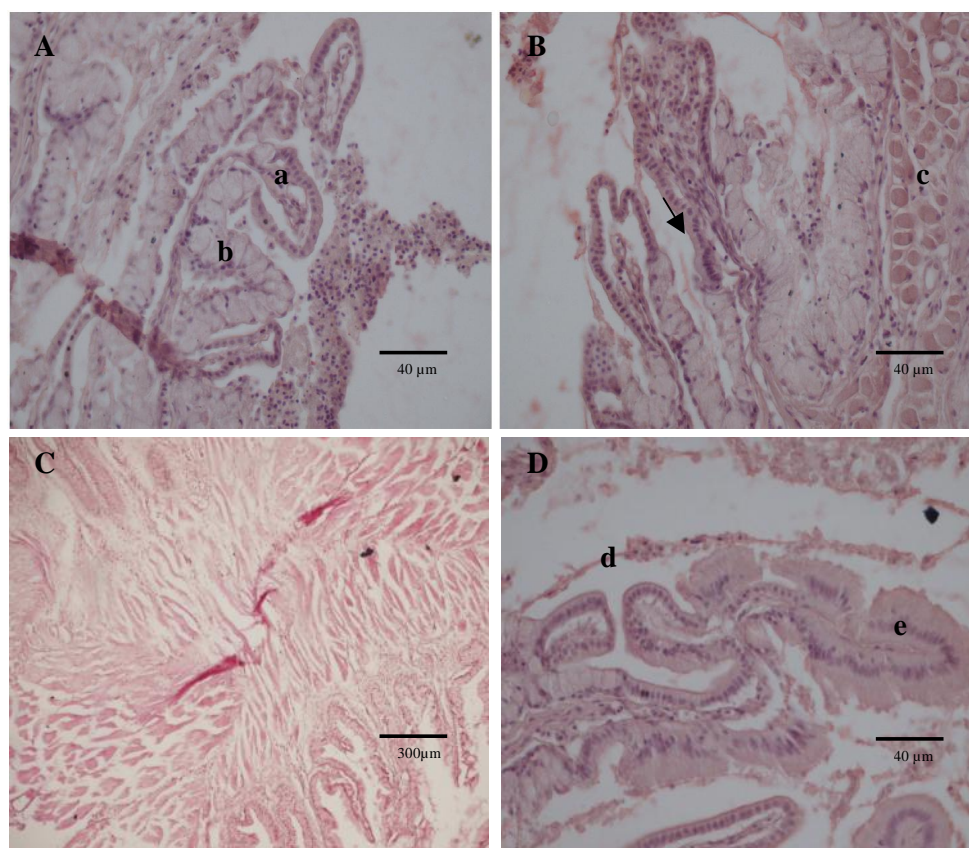
**Figura 02** – Estruturas do tubo digestório de *S. fuscus* com indicação das estruturas e das regiões submetidas à microtomia. Estruturas: (a) Esôfago, (b) Estômago, (c) Ceco pilórico, (d) Intestino anterior, (e) Intestino médio, (f) Intestino posterior.

Microtomia: 1. Esôfago, 2. Região cárdica, 3. Região fúndica, 4. Região pilórica, 5. Ceco pilórico, 6. Intestino anterior, 7. Limite do intestino anterior com o intestino médio, 8. Intestino médio com o intestino posterior, 9. Limite do intestino médio com o intestino posterior, 10. Intestino posterior.

### 3.1 Esôfago

A espécie *Stegastes fuscus* possui um esôfago curto de difícil delimitação com a região cárdica estomacal. Entretanto histologicamente existe entre as duas regiões um esfíncter esofágico (Fig. 03 C) e uma substituição gradativa do epitélio cúbico simples esofágico pelo cilíndrico simples estomacal. (Fig. 03 D). Sua parede mostra -se espessa, e distensível com grande número de fibras musculares estriadas esqueléticas, sem a presença de fibras musculares lisas (Fig. 03 B). A mucosa possui pequenas pregas longitudinais paralelas entre si, contínuas à luz do órgão, com invaginações originando profundas glândulas tubulosas mucosas (Fig. 03 A).

Histologicamente as pregas esofágicas são revestidas por um epitélio cúbico simples e lâmina própria que pode ramificar -se originando pequenas pregas secundárias (Fig. 03). Em algumas delas pode ocorrer revestimento mucosecretório, semelhante ao do epitélio glandular. Na lâmina própria, predominam as glândulas mucosas, as células mucosas que formam as glândulas reagem irregularmente ao PAS. GODINHO, (1970) e SILVA *et al.*, (2005), destacam que as células secretoras esofágicas, que mostram respostas irregulares frente ao PAS, produzem muco para facilitar a passagem do alimento após a deglutição, e possivelmente concorre para proteção das brânquias contra corpúsculos estranhos ingeridos. Não há muscular da mucosa, conseqüentemente uma submucosa é ausente. A camada muscular é muito desenvolvida, apresentando duas túnicas, a longitudinal e a circular, ambas em toda sua extensão constituídas por fibras estriadas que se dirigem para a região cárdica estomacal, onde começa a surgir a musculatura lisa. A última camada verificada é uma serosa com conjuntivo frouxo envolvido por mesotélio.



**Figura 03** – Esôfago de *S. fuscus*. (A) Mucosa esofágica contendo pregas revestidas por epitélio cúbico (a) ou mucusecretor (b); (B) Mucosa com seta apontando para uma glândula esofágica tubulosa mucusecretória, (a) camada muscular constituída por fibras estriadas esqueléticas; (C) Esfíncter esofágico; (D) Transição esôfago -estomacal onde observa-se o epitélio cúbico esofágico (d) e o cilíndrico estomacal (e).

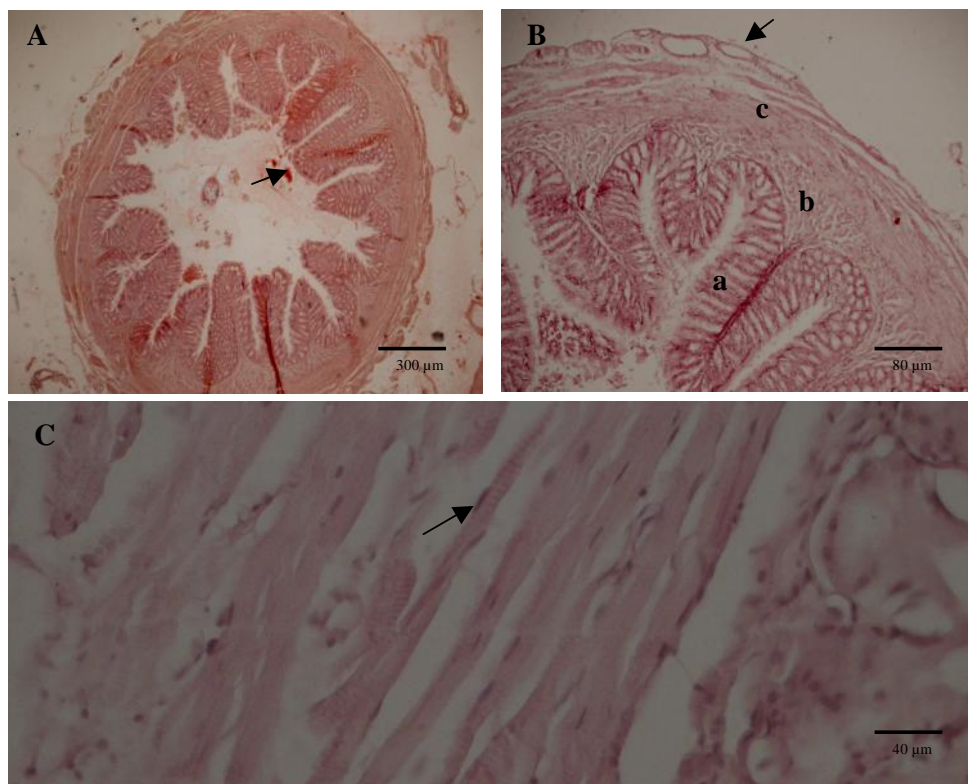
### 3.2 Estômago

O estômago de *S. fuscus* é saculiforme, e estruturalmente possui três regiões. A maior, a fúndica, situa-se entre a região cárdica que é tubular e anterior, e à região pilórica que é a região posterior. Logo após a região pilórica se instalam de três a quatro cecos pilóricos, que indicam o surgimento do intestino.

Histologicamente a mucosa estomacal de *S. fuscus* é constituída por um revestimento epitelial do tipo prismático simples mucossecretor (Fig. 05 C). Fossetas gástricas estão dispostas regularmente pela região fundica ou cardica não ocorrendo na região pilórica (Fig 06 B), pois esta é uma região aglândular. Diversos autores entre eles FRANCO (1994), para a localização da região estomacal levam em consideração a presença, a orientação e a espessura

de pregas da mucosa ou a distribuição de glândulas gástricas dividindo o estômago em três porções: cárdica, fúndica e pilórica (Fig. 05 A e B).

As glândulas gástricas (Fig. 04 B e 05 C), quando presentes, localizam-se sempre na lâmina própria, nunca ocupam a submucosa. As células que as compõem ainda não foram determinadas por não se ter usado colorações específicas. Ainda assim, é possível verificar a presença de células com diferentes intensidades de coloração, umas bastantes acidófilas e outras mais claras (Fig. 05 C).

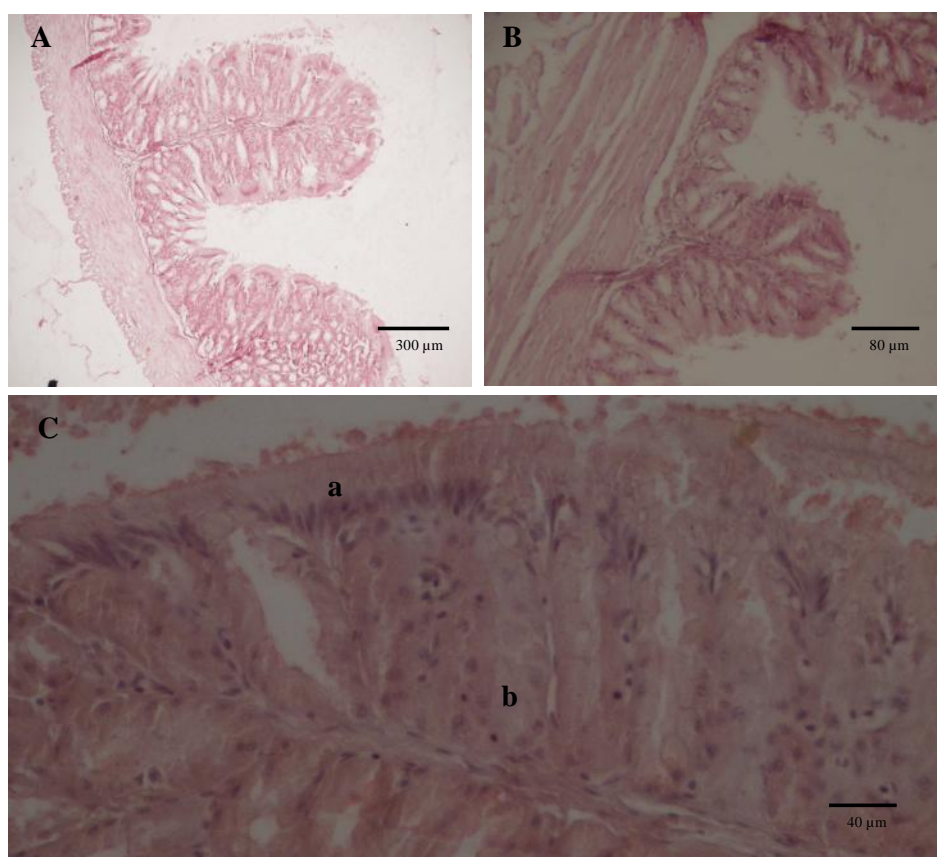


**Figura 04** – Cárdica estomacal de *S. fuscus*. (A) Pregas esofágicas, primárias, que constituem a mucosa cárdica – seta. (B) Glândulas gástricas na lâmina própria estomacal (a) tecido conjuntivo que forma a submucosa (b), Camada muscular (c), serosa – seta. (C) Camada muscular contendo a presença de fibras musculares estriadas esqueléticas - seta.

A muscular da mucosa em *S. fuscus* é pouco desenvolvida, contudo é possível verificar a presença da submucosa estomacal nas regiões cárdica e fúndica, (Fig. 04 B) tendo a região pilórica apenas lâmina própria que origina junto com o epitélio pregas primárias e secundárias estomacais (Fig. 06 A). A muscular da mucosa, provavelmente está relacionada ao movimento de pressão sobre as glândulas para eliminação de seus produtos.

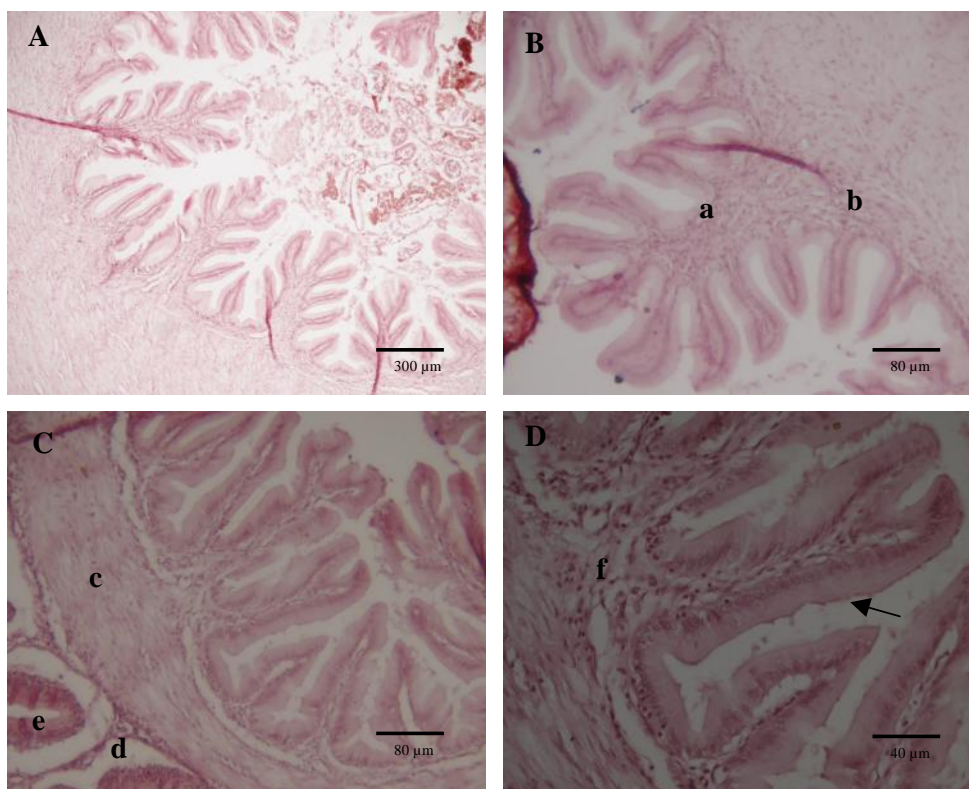
A camada muscular do estômago, ao contrário do observado no esôfago, apresentou uma camada interna com fibras musculares lisas orientadas circularmente, e outra externa, com fibras orientadas longitudinalmente, sendo a circular sempre mais desenvolvida. Na cárdica estomacal estão dispersas algumas fibras estriadas esqueléticas que possivelmente tenham se dirigido do esôfago para esta região (Fig. 04 A e C). A região pilórica é a que possui a camada muscular mais desenvolvida.

Externamente à camada muscular situa-se uma serosa, formada por uma fina camada de tecido conjuntivo, quase imperceptível, e o mesotélio. Na pilórica estomacal a serosa é contínua com o conjuntivo da bolsa serosa que aloja os cecos pilóricos (Fig. 06 C).



**Figura 05** – Fúndica estomacal de *S. fuscus*. (A e B) pregas estomacais mais baixas se comparadas as da região cárdica, (C) Epitélio cilíndrico simples secretório (a), Glândulas gástricas tubulosas simples (b).



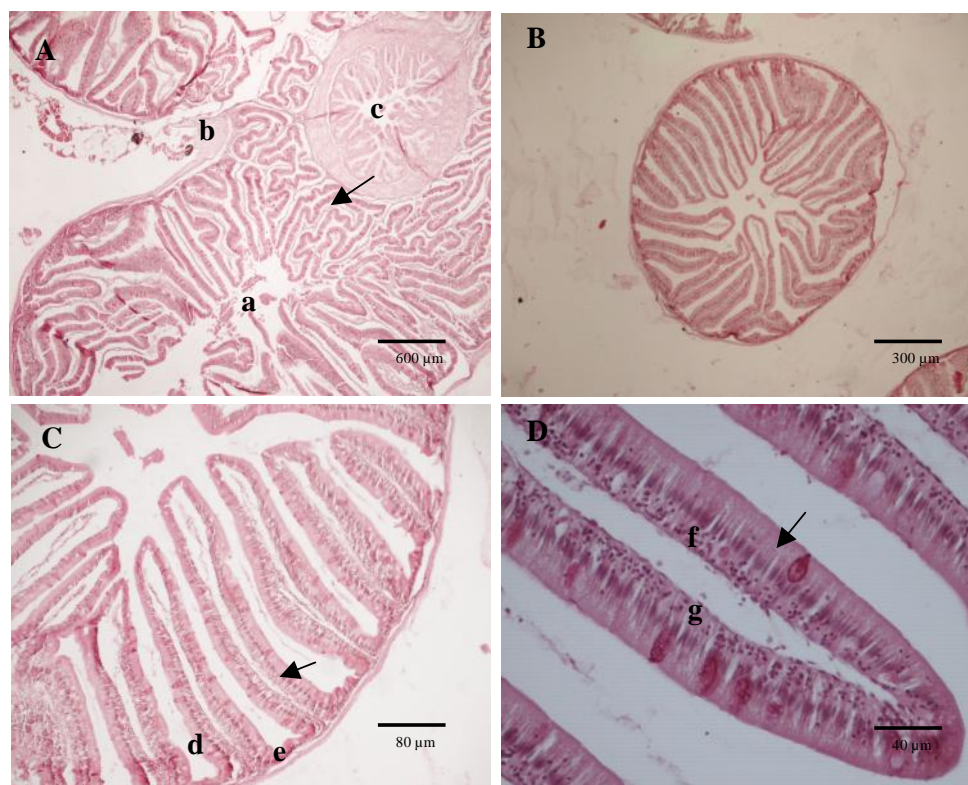


**Figura 06** – Pilórica estomacal de *S. fuscus*. (A) Pregas pilóricas na mucosa estomacal. (B) Mucosa pilórica, prega primária (a) com evaginações da lâmina própria, aglândular que originam pregas secundárias (b). (C) Pilórica com muscular desenvolvida (c) e serosa (d) com conjuntivo envolvendo os cecos pilóricos (e). (D) prega pilórica contendo epitélio cilíndrico simples mucusecretório (seta) e lâmina própria aglândular (f).

### 3.3 Cecos Pilóricos

Foram encontrados três cecos longos, inseridos logo após o esfíncter pilórico, numa bolsa serosa (Fig. 07 A), limítrofe entre o estômago e o intestino.

Foi registrada a presença de uma mucosa com longas pregas semelhantes a vilosidades, (Fig. 07 B) contudo maiores, compostas de epitélio cilíndrico simples (Fig. 07 C) e lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo, contendo pequenos vasos e acúmulo leucocitário, sem glândulas (Fig. 07 D). O PAS mostrou um epitélio contendo células prismáticas também chamadas absorptivas ou enterócitos, responsáveis pela absorção nutricional. Nos intervalos foram encontradas células caliciformes produtoras de muco que lubrifica a parede cecal e até mesmo a intestinal (Fig. 07 A e D). Não foi observada a presença de submucosa e logo após a mucosa verificou-se uma camada muscular circular muito delgada de musculatura lisa. A camada mais externa foi caracterizada como serosa.



**Figura 7** – Cecos pilóricos de *S. fuscus*. (A) Inserção dos cecos (a) em bolsa serosa (b) comum à pilórica estomacal (c), com o conjuntivo frouxo da serosa originando a lâmina própria dos cecos (seta). (B) Ceco pilórico com mucosa contendo numerosas pregas semelhantes a vilosidades intestinais. (C) ceco com epitélio cilíndrico simples apresentando células caliciformes e absorptivas (seta), lâmina própria (d) apoiada sobre fina camada de musculatura lisa (e). (D) prega cecal com epitélio (f) lâmina própria aglandular (g) e células caliciformes (seta).

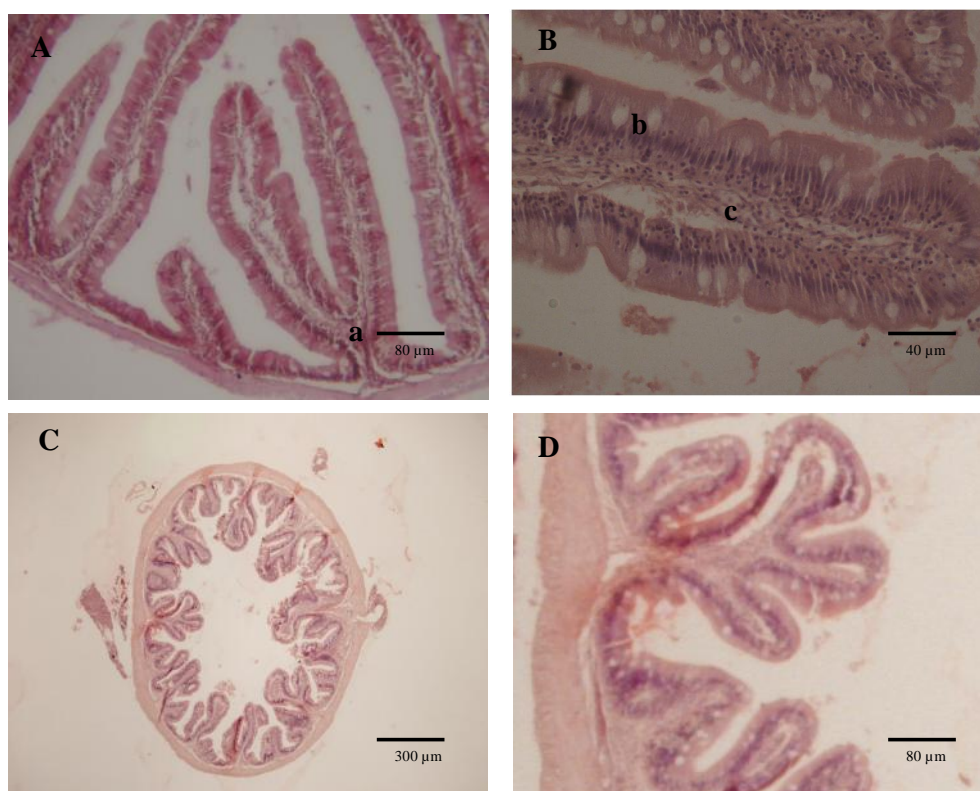
### 3.4 Intestino

O intestino (Fig. 07) é típico de peixes herbívoros, muito longo e fino, formando quatro dobras em torno do estômago, com suas circunvoluções unidas por tecido adiposo. Nos espécimes analisados, o coeficiente intestinal correspondeu a 2,18 vezes o comprimento padrão do corpo (Tabela 01). *S. fuscus* não apresenta o intestino longo, contudo as longas pregas verificadas desde a mucosa dos cecos até o intestino posterior, nos leva a concluir que há uma absorção nutricional eficiente nesses órgãos (Fig. 08 A).

**Tabela 01** – Coeficiente intestinal de *S. fuscus*.

Coeficiente intestinal (CI)		
Comprimento do intestino cm	Comprimento Padrão cm	Valor do Coeficiente intestinal
14,87 ± 2,15	6,95 ± 0,94	2,18 ± 0,49

A análise histológica demonstrou que o intestino anterior possui pregas semelhantes às verificadas nos cecos pilóricos, entretanto estas são geralmente ramificadas (Fig. 08 A). O epitélio é cilíndrico simples com maior número de células caliciformes (Fig 08 B), não há glândulas na mucosa, nem submucosa. Logo após a lâmina própria observa-se a camada muscular constituída por uma túnica circular, interna, e uma túnica longitudinal externa, ambas de tecido muscular liso. A última camada é uma serosa. À medida que o intestino afasta-se do estômago, sua luz diminui, as pregas tornam-se menores, e a camada muscular mostra-se mais espessa (Fig. 08 C e D).



**Figura 08** – Intestino de *S. fuscus*. (A) Mucosa do intestino anterior, contendo pregas ramificadas (a); (B) Prega intestinal constituída por um epitélio cilíndrico simples com células caliciformes e absorptivas (b), e lâmina própria de conjuntivo frouxo; (C) Intestino posterior com mucosa apresentando pregas intestinais curtas, (D) pregas intestinal situada sobre muscular espessa (c).



#### 4. DISCUSSÃO

Os peixes se alimentam de variados recursos, que podem ser, quanto a origem, alóctones ou autóctones e encontrados em vários compartimentos dos corpos d'água. Estando presente o alimento é necessário também que os peixes disponham de mecanismos apropriados para utilizá-los. A aquisição de alimento por peixes é um processo que envolve a procura, detecção, captura, ingestão e digestão. Ao detectar os possíveis itens alimentares, o peixe orienta-se em direção a eles e tenta capturá-los.

A forma da boca (largura e altura) são proporcionais ao tamanho do alimento consumido, estando altamente relacionadas com o tamanho do item alimentar. A sua posição e o tipo de dentição são muito importante para o acesso e a captura do alimento e várias características da cavidade oro-branquial também facilitam os processos relacionados a alimentação, como a captura, a manipulação e a ingestão do alimento. Os peixes realizam a manipulação oro-branquial com ajuda de dentes inseridos em maxilas e/ou rastros branquiais, segurando ou concentrando o alimento e preparando-o para ser ingerido. O grau de protrabilidade da boca também é fator importante no acesso ao alimento. Desta forma a posição da boca, a dentição nas maxilas, a conformação dos rastros branquiais e o grau de protrabilidade da boca são relacionadas ao hábito alimentar dos peixes (NIKOLSKY, 1963; KEAST & WEBB, 1966; MOTTA, 1984; WEATHERLEY & GILL, 1987; WOOTTOM, 1990, ZAVALA-CAMIN, 1996). *S. fuscus* apresenta boca terminal com ligeira protrabilidade, dentes incisiviformes achatados não entalhados, formando uma única série na maxila.

Em relação ao número de rastros branquiais observa-se uma relação inversa com a presença de itens alimentares maiores e bentônicos na dieta (GATZ Jr, 1979; WATSON & BALON, 1984). Os rastros branquiais são modificados para reter, raspar e esmagar o alimento. Uma relação também existe entre a morfologia dos rastros branquiais e o status trófico dos peixes. Assume-se, geralmente, que a função dos rastros branquiais é como uma peneira, filtrando o alimento da água que passa pela cavidade branquial, podendo existir correlações entre o número de rastros, o espaçamento entre eles, seus comprimentos e o hábito alimentar do peixe (WEATHERLEY & GILL, 1987). PERETTI (2006), observa que os rastros branquiais, embora mais longos e menos espaçados em *Astyanax altiparanae*, quando comparado à *Parauchenipteros galeatus*, também contribuem para a apreensão, principalmente de itens mais diminutos, por isso a presença de larvas de insetos na dieta de ambos, enquanto microcrustáceos ocorrem na dieta de *A. altiparanae*. Os rastros branquiais para ambas espécies são curtos e espaçados e provavelmente sirvam apenas para garantir que

a presa se mantenha na cavidade oro-branquial. No presente estudo constatou-se que *S. fuscus* apresenta o primeiro par de brânquias com rastros branquiais longos.

Geralmente o terço superior esofágico, é o local onde predominam fibras estriadas esqueléticas e o terço inferior é constituído totalmente por fibras musculares lisas JUNQUEIRA & CARNEIRO (1999). Em *S. fuscus* a camada muscular do esôfago possui em toda sua extensão fibras estriadas. Próximo ao estômago, na região de transição existem fibras musculares lisas e estriadas. MORRISON & WRIGHT Jr. (1999), GODINHO (1967) e STOSKOPF (1993), relatam nos seus estudos que a camada muscular do esôfago é constituída por uma subcamada interna longitudinal e uma externa circular, semelhante ao observado para *S. fuscus*, mas diferente do que ocorre nos mamíferos.

O estômago é um órgão, cuja forma e estrutura das paredes variam bastante de acordo com o hábito alimentar dos peixes e, em algumas espécies pode estar ausente. O estômago na maioria dos peixes é uma dilatação do tubo digestório onde os alimentos são mantidos o tempo necessário para realizar a digestão ácida. Sua mucosa interna forma sulcos longitudinais e sinuosos que desaparecem quando o estômago se expande com a entrada dos alimentos (ZAVALA-CAMIN, 1996).

O revestimento mais interno é um epitélio colunar que contém células secretoras de muco e células que secretam tanto o pepsinogênio quanto o ácido clorídrico, chamadas células oxintopépticas. As regiões cárdica e fúndica são glandulares e a região pilórica é aglandular (ROTTA, 2003), sendo também comprovado por esse estudo, não havendo distinção entre os tipos celulares das glândulas gástricas, como ocorre entre os mamíferos.

GARGIULO *et al.*, (1998), em um estudo da mucosa gástrica da *Tilapia* spp., verificaram que não existe diferenciação nas células glandulares em parietal e zimogênica, assumindo-se que o ácido clorídrico e o pepsinogênio são secretados pela mesma célula. STOSKOPF (1993) relata que as glândulas gástricas não são constituídas de células principais ou parietais como nos estômagos de mamíferos, nelas existem células oxintopépticas secretoras de ácido clorídrico e enzimas digestivas.

MORAES *et al.*, (1997), estudando *Prochilodus lineatus* (iliófaga), encontraram grande número de glândulas tubulosas gástricas na região cárdica e nenhuma glândula nas outras regiões, como também ausência de muscular da mucosa. Segundo CHAVES & VAZZOLER (1984), o epitélio glandular da primeira porção do estômago sintetiza e elimina para a luz do órgão os produtos digestivos que atuarão sobre o alimento.

Esta localização foi a mesma encontrada nos estudos realizados por CHAVES & VAZZOLER (1984); FUGI & HAHN (1991) e SILVA *et al.*, (2005). Para estes autores e

também para SEIXAS-FILHO *et al.*, (2000) os cecos ampliam a superfície interna do intestino aumentando a absorção dos nutrientes.

Em *S. fuscus* o estômago é saculiforme possuindo três regiões (fúndica, cárdica e pilórica). Após a região pilórica instalam-se três cecos pilóricos.

O comprimento do intestino relaciona-se com o hábito alimentar sendo maior para iliófagos, herbívoros e onívoros e menor para carnívoros e insetívoros. O intestino é um órgão geralmente tubular por onde transita o alimento e no qual ocorre a digestão alcalina e a absorção dos nutrientes. Geralmente há uma associação entre seu comprimento e o comprimento padrão do corpo, o que resulta no cálculo do quociente intestinal (ANGELESCU & GNERI, 1949; WEATHERLEY & GILL, 1987, BARBIERI *et al.*, 1994), cujos valores permitem inferir a qual categoria trófica o peixe pertence. Vários são os motivos que podem levar a diferenças no quociente intestinal, mesmo quando se considera a mesma categoria trófica, (ZAVALA-CAMIN, 1996).

O aumento, ou a diminuição, da superfície de absorção é controlado pelo maior ou menor comprimento do intestino. Esse possui glândulas digestivas e suprimento abundante de vasos de sangue e de linfa, onde se completa a digestão iniciada no estômago. No intestino é onde ocorre a maior parte da absorção dos nutrientes, íons e água oriundos da dieta, sendo os produtos da digestão mantidos em solução, o que facilita a absorção (ZAVALA -CAMIN, 1996). WEATHERLEY & GILL (1987), afirmam, ainda, que o comprimento do intestino pode ser a principal especialização adaptativa na ecologia alimentar de peixes.

Nos teleósteos não há a separação entre intestino delgado e grosso, é apenas um tubo inteiriço e indiferenciado. As porções intestinais que apresentam mucosa mais complexa estão envolvidas, de modo geral, com processos absorptivos. Os cecos intestinais são estruturas digitiformes de fundo cego localizados na região do piloro. ZAVALA -CAMIN (1996), cita a possibilidade dessas estruturas aumentarem a área de absorção do intestino e talvez servir também para armazenar alimento. Considera ainda que como no estômago ocorre digestão ácida e no intestino a digestão é alcalina, os cecos estão situados principalmente no início do intestino, e é possível que, ao menos, uma das funções dessas estruturas seja a de aumentar o pH do bolo alimentar, para torná-lo alcalino e assim deixá-lo pronto para ser rapidamente aproveitado desde a porção inicial do intestino.

VILELLA *et al.*, (2002), estudaram a dieta de *Astyanax bimaculatus* e a composição obtida foram pedaços de plantas, sendo considerada uma espécie herbívora, porém, escamas também foram consumidas. CASSEMIRO *et al.*, (2001), avaliaram a dieta de *A. altiparanae* e observaram uma tendência a herbivoria, mas a dieta foi complementada por várias ordens de

insetos e microcrustáceos. ANDRIAN *et al.*, (2001), identificaram *A. bimaculatus* como uma espécie oportunista, de hábito onívoro com tendência a herbivoria -insetivoria, na área de influência do reservatório de Corumbá. Para *P. galeatus* ANDRIAN & BARBIERI (1996), registraram como componentes da dieta insetos, principalmente Coleoptera e Hymenoptera, outros invertebrados, resto de peixes e vegetal superior, demonstrando que a dieta é composta tanto de itens do meio aquático como do terrestre. LAGLER *et al.*, (1977), consideram que muitas das espécies de peixes mostram dietas flexíveis, utilizando os recursos mais prontamente disponíveis no ambiente, e que poucas são estritamente carnívoras ou herbívoras.

PERETTI (2006), afirma que o estômago do tipo saciforme, em *P. galeatus* e em *A. altiparanae*, está de acordo com a ampla gama de itens por eles ingeridos, entretanto as paredes se mostram mais rígidas e resistentes em *P. galeatus*, devido a presença de itens duros, como os insetos, principalmente Coleoptera em seu conteúdo. A parede interna desse órgão, quando vazio, se mostra mais pregueada em *P. galeatus* indicando sua grande capacidade elástica.

O intestino em ambos se mostra relativamente curto, como típico dos carnívoros. Os valores do quociente intestinal se enquadram naqueles levantados por WEATHERLEY & GILL (1987), os quais variaram de 0,7 a 1,5 para os carnívoros e de 1,0 a 1,3 para os onívoros.

A maior exposição às paredes intestinais também é aumentada com a entrada do material digerido nos cecos pilóricos, os quais, de acordo com a análise histológica mostraram a mesma estrutura do intestino, podendo-se afirmar que para as espécies estudadas, *P. galeatus* e *A. altiparanae* a função dessas estruturas é aumentar a superfície de absorção (PERETTI, 2006).

GARGIULO *et al.*, (1998), encontraram, estudando o intestino de tilápias, que no intestino proximal, o complexo de pregas da mucosa intestinal resulta no aumento na área de superfície, ajuda na mistura do alimento com os sucos digestivos hepáticos e pancreáticos e com o muco secretado pelas células caliciformes.

JOBLING (1995) descreve o intestino dos piscívoros como bastante curto. Em geral é menor que o comprimento total do peixe, o que é explicado pela qualidade do alimento e pela facilidade de digestão. Os resultados do quociente mostraram que esse órgão, em média, tem praticamente o mesmo comprimento que o comprimento padrão do peixe.

Apesar do intestino curto, a absorção dos nutrientes pode ser aumentada pela presença dos cecos pilóricos, os quais possuem a mesma estrutura que o intestino, podendo-se afirmar

que para essas espécies a função dos cecos pilóricos é a de aumentar a superfície de absorção (SEIXAS-FILHO *et al.*, 2000).

O coeficiente intestinal verificado para *S. fuscus* não possui um alto valor, se comparado com outras espécies herbívoras, como observado nos estudos de FUGI & HAHN (1991) e MORAIS *et al.*, (1997), que fazem referência ao longo comprimento do intestino correlacionando-o ao tempo necessário à difícil digestão de material como areia, lo do e celulose.

STOSKOPF (1993) relata que o relevo da mucosa é um pouco mais simples no intestino grosso do que a do intestino delgado. Ressalta que nos segmentos proximal e médio do intestino há grande frequência de leucócitos. Devido a esta constância, e este órgão é considerado o local onde ocorre maturação dos linfócitos B nos peixes. Nos mamíferos o intestino grosso não apresenta vilosidades e a um aumento acentuado de células caliciformes em sua mucosa (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 1999).

*Stegastes fuscus* é uma espécie territorialista, defendendo territórios com cerca de 2,1 m<sup>2</sup>, e possui uma evidente agressividade intra e inter-específica para com outros herbívoros (peixes e invertebrados) dentro dos seus territórios (usados para abrigo, e com fins alimentares e reprodutivos) (ROBERTSON *et al.*, 1981; FERREIRA, *et al.*, 1995; FERREIRA *et al.*, 1998; ARNAL & CÔTÉ, 1998). Tais territórios, como em outros pomacentrídeos, são áreas altamente produtivas e possuem maior biomassa e diversidade algal, assim como maior densidade de mesoinvertebrados, do que áreas localizadas fora dos mesmos (LASSUY 1980; HIXON & BROSTOFF, 1981, 1982; SAMMARCO, 1983; FERREIRA *et al.*, 1998). A dieta dos adultos é composta principalmente por algas, (70%), mas também ingere material animal (30%). Já os indivíduos juvenis (< 8 cm) apresentam uma dieta inversa, com 70% de material animal (FERREIRA, *et al.*, 1995). Essa mudança é fundamentalmente explicada pela maior necessidade por uma dieta rica em proteína durante a fase inicial de vida, para um rápido crescimento (MATTSON, 1980). No nordeste do Brasil observou-se que *Stegastes fuscus* se alimentam na maior parte do tempo de *Gellidium sp.*, (OSÓRIO *et al.*, 2006).

O padrão de desenvolvimento de comunidades de algas indicam a herbivoria de *S. fuscus*, a influencia que esta exerce sobre as comunidades de algas de seus territórios e a preferência por algas filamentosas (rodofíceas, clorofíceas e feofíceas) (LASSUY, 1980; HIXON & BROSTOFF, 1983; RUSS, 1987; FERREIRA, 1994).

Embora *S. fuscus* seja considerada uma espécie herbívora, as características morfológicas analisadas sugerem que a espécie não é especialista, pois o seu trato digestório

apresenta algumas semelhanças verificadas também em peixes omnívoros, como por exemplo, o estômago saculiforme.

**REFERÊNCIAS**

- ANDRIAN, I. F. & BARBIERE, G. 1996. Espectro alimentar e variações sazonal e espacial na composição da dieta de *Parauchenipterus galeatus* Linnaeus, 1766, (Siluriformes, Auchenipteridae) na região do reservatório de Itaipu, PR. *Revista Brasileira de Biologia* 56(2),409-422.
- ANDRIAN, I. F., SILVA, H. B. R. & PERETTI, D. 2001. Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum* 23(2), 435-440.
- ANGELESCU, V. & GNERI, F. S. 1949. Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimentício in algunos peces del rio Uruguay e del rio de la Plata. *Rev. Inst. Invest. Mus. Argent. Cienc. Nat. Ciências Zoológicas*, 1 (6): 161 -272.
- ARNAL, C. & CÔTÉ, I. M. 1998. Interactions between cleaning gobies and territorial damselfish on coral reefs. *Anim. Behav.* 55: 1429-1442.
- BALASSA, G. C., FUGI, R., HAHN, N. S. & GALINA, A. B. 2004. Dieta de espécies de Anostomidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Manso, Mato Grosso, Brasil. *Ser. Zool.* 94 (1):77-82.
- BARBIERI, G., PERET, A. C. & VERANI, J. R. 1994. Notas sobre a adaptação do trato digestivo ao regime alimentar em espécies da região de São Carlos (SP). I. Quociente intestinal. *Revista Brasileira de Biologia* 54(1), 63-69.
- BEHMER, A. O., TOLOSA, E. M. C. & NETO, A. G. F. 1976. *Manual de técnicas para histologia normal e patologica*. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo. p. 98 - 101.
- BERTIN, L. Appareil digestif. 1958. In: GRASSE, P. P. *Traité de zoologie*. Paris, Masson , 13: 1249-1301.
- CASSEMIRO, F. A. Z., HAHN, N. S. & FUGI, R. 2001. Avaliação da dieta de *Astyanax altiparanae* Garutti and Britski, 2000 (Osteichthyes, Tetragonopterinae) antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum* 24(2), 419-425.

- CHAVES, P. T. C. & VAZZOLER, C. 1984. Aspectos biológicos de peixes anatômicos. III. Anatomia microscópica do esôfago, estômago e cecos pilóricos de *Semaprochilodus ensignis* (Characiformes: Prochilodontidae). *Acta Amazônica*, Manaus, 14 (3-4): 343-353.
- CLEVELAND, A. & MONTGOMERY, W. L. 2003. Gut characteristics and assimilation efficiencies in two species of herbivorous damselfishes (Pomacentridae: *Stegastes dorsopunicans* and *S. planifrons*). *Marine Biology* 142(1): 35-44.
- FERREIRA, C. P. L. 1994. *Ecologia da herbivoria por Stegastes fuscus* (Cuvier, 1830), *Pisces: Pomacentridae*, na região de Arraial do Cabo, RJ. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 57p.
- FERREIRA, B. P., MAIDA, M. & SOUZA, A. E. T. 1995. Levantamento inicial das comunidades de peixes recifais da região de Tamandaré -PE. *Bol. Técn. Cient. CEPENE* 3 (1): 213-230.
- FERREIRA, C. E. L., PERET, A. C. & COUTINHO, R. 1998. Seasonal grazing rates and food processing by tropical herbivorous fishes. *J. Fish Biol.* 53 (Suppl. A): 222-235.
- FRANCO, C. R. C. 1994. Estudo ultraestrutural do estômago de dois Teleosteos: *Hypostomus commersonnii* (REIS *et.al*; 1990) e *Rhamdia branneri* (Hasemann, 1911). Curitiba. 65p. (Dissertação de mestrado. Universidade federal do Paraná).
- FUGI, R. & HAHN, N. S. 1991. Espectro alimentar e relações morfológicas com o aparelho digestivo de três espécies comedores de fundo do rio Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, 51 (4): 873-879.
- GARGIULO, A. M., CECCARELLI, P, DALL AGLIO, C. & PEDINI V 1998. Histology and ultrastructure of the gut of the tilapia (*Tilapia ssp.*), a hybrid teleost. *Anatomy, Histology and Embriology* 27, 89-94.
- GATZ Jr. A. J. 1979. Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Studies in Zoology and Botany* 21(2), 91-124.
- GODINHO, M. H. 1967. Estudos anatômicos sobre o trato alimentar de um siluroidei, "*Pimelodus maculatus*" Lacepede. *Rev. Brasil. Biol.*, 27 (4): 425-433.



- GODINHO, M. H. 1970. Considerações gerais sobre anatomia dos peixes In: *COMISSÃO Interstadual da Bacia Pananá-Uruguaí. Poluição e Psicultura*. São Paulo: Edane. p. 113-136.
- HIXON, M. A. & BROSTOFF, W. N. 1981. Fish grazing and community structure of Hawaiian reef algae. *Proceedings of the 4<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp., Manila*, 2: 507-514.
- HIXON, M. A. & BROSTOFF, W. N. 1982. Differential fish grazing and benthic community structure on Hawaiian reefs. In: Cailliet, G. M. e Simenstad C. A. (Eds.), *Fish Food Habits Studies*, Washington: University of Washington Sea Grant Program, p. 249-257.
- HIXON, M. A. & BROSTOFF, W. N. 1983. Damselfish as Keystone species in reverse: Intermediate disturbance and diversity of reef algae. *Science* 220: 511-513.
- JOBLING, M. 1995. *Environmental Biology of Fishes*. London, Chapman & Hall.
- JUNQUEIRA, L. C. & CARNEIRO, J. 1999. O tubo digestivo In: *Histologia básica*. 9<sup>a</sup> Ed. Rio de Janeiro: Guanabara. p. 244-269.
- KEAST A. & WEBB, D. 1966. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, lake Opinicon, Ontario. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 23, 1845-1874.
- LAGLER, K. F., BARDACH, J. E., MILLER, R. R. & PASSINO, D. R. 1977. *Ichthyology*. New York : John Willey and sons. 506 p.
- LASSUY, D. R. 1980. Effects of 'farming' behavior by *Eupomacentrus lividus* and *Hemiglyphidodon plagiometopon* on algal community structure. *Bull. Mar. Sci.* 30: 304-312.
- LISON DE LOMA, T., HARMELIN-VIVIEN, M., NAIM, O. & FONTAINE, M. F. 2000. Algal food processing by *Stegastes nigricans*, an herbivorous damselfish: Differences between an undisturbed and a disturbed coral reef site (La Réunion, Indian Ocean). *Oceanologica Acta* 23 (Suppl. 7): 793-804.
- MAIA, V. 1979. *Técnica Histológica*. 2<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Atheneu. p. 70-136.

- MATTSON, W. J. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 11: 119-161.
- MENEGATTI, J. V., VESCOVI, D. L. & FLOETER, S. R. 2003. Interações agonísticas e forrageamento do peixe-donzela *Stegastes fuscus* (Perciformes: Pomacentridae). *Natureza on line* 1(2): 45-50. [www.naturezaonline.com.br](http://www.naturezaonline.com.br) Mattson, W. J. (1980). Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 11: 119-161.
- MORAIS, M. F. P. G., BARBOLA, I. F. & GUEDES, E. A. C. 1997. Alimentação e relações morfológicas com o aparelho digestivo do "cur imbatá" *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) (Osteichthyes, Prochilodontidae), de uma lagoa do Sul do Brasil. *Revta. Bras. Zool.*, 14 (1): 169-180.
- MORRISON, C. M. & WRIGHT, JR, J. R. 1999. A study of the histology of the digestive tract of the Nile tilapia. *Journal of Fish Biology*, 54: 597-606.
- MOTTA, P. J. 1984. Mechanics and functions of jaw protrusion in Teleost fishes: a review. *Copeia* (1), 1-18.
- NIKOLSKY, G. V. 1963. *The Ecology of fishes*. London: Academic Press, 352 p.
- NOVAKOWSKI, G. C., FUGI, R. & HAHN, N. S. 2004. Diet and dental development of three species of Roeboides (Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology*. 2 (3): 157-162.
- OSÓRIO, R., ROSA, I. L. & CABRAL, H. 2006. Territorial defence by the Brazilian damselfish *Stegastes fuscus* (Teleostei: Pomacentridae). *J. of Fish Biol.* 69 (1), 233-242.
- PERETTI, D. 2006. *Alimentação e análise morfológica de quatro espécies de peixes (Astyanax altiparanae, Parauchenipterus galeatus, Serrasalmus marginatus e Hoplias aff. Malabaricus) na planície de inundação do alto Rio Paraná, Brasil*. Maringá, 54p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá –PR).
- RIBEIRO, C. A. O. & FANTA, E. 2000. Microscopic Morphology and histochemistry of the digestive system of a tropical freshwater fish *Trichomycterus brasiliensis* (Lütken) (Siluroidei, Trichomycteridae) *Rev. bras. Zool.*, 17 (4): 953-971.

- ROBERTSON, D. R., HOFFMAN, S. G. & SHELSON, J. M. 1981. Availability of space for the territorial Caribbean damselfish *Eupomacentrus planifrons*. *Ecology* 62: 1162-1169.
- RODRIGUES, S. S., NAVARRO, R. D. & MENIN, E. 2006. Adaptações anatômicas da cavidade bucofaringiana da *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Pisces, Characiformes, Anostomidae) em relação ao hábito alimentar. *Revista biotemas*. 19 (1): 51-58.
- ROTTA, M. A. 2003. *Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados a piscicultura*. Corumbá: Embrapa Pantanal (Documento 53/Embrapa Pantanal).
- RUSS, G. R. 1987. Is the rate removal of algae by grazers reduced inside territories of tropical damselfishes? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 110: 1-17.
- SAMMARCO, P. W. 1983. Effects of fish grazing and damselfish territoriality on a coral reef alga. I. Algal community structure. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 13: 1-14.
- SEIXAS-FILHO, J. T., BRÁS, J. M., GOMIDE, A. T. M. OLIVEIRA, M. G. A. DONZELE, J. L. & MENIN, E. 2000. Anatomia funcional e morfologia dos intestinos e dos cecos pilóricos do Teleostei (Pisces) de água doce *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849). *Rev. bras. zootec.*, 29 (2): 313-324.
- SILVA, N. B., GURGEL, H. C. B. & SANTANA, M. D. 2005. Histologia do sistema digestório de sagüiru, *Steindachnerina notonota* (Miranda Ribeiro, 1937) (Pisces, Curimatidae), do Rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*. 31 (1): 1 - 8.
- STOSKOPF, M. K. 1993. Anatomy. In: *Fish Medicine*. Ed. W. B, Mexico: Saunders Company. p. 03-31.
- VILELLA, F. S., BECKER, F. G. & HARTZ S. M. 2002. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic forest river in southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 45(2), 223-232.

- WATSON, D. J. & BALON, E. K. 1984. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest of northern Borneo, *Journal of Fish Biology* 25, 371-384.
- WEATHERLEY, A. H. & GILL, H. S. 1987. Feeding relations, correlated functional morphology, growth and size. In: *The biology of fish growth*. (Weatherley, AH and Gill, HS eds). pp. 258-320. London: Academic Press.
- WOOTTON, R. J. 1990. Ecology Of teleost fishes. London, *Chapman & Hall*. 440p.
- ZAVALA-CAMIN L. A. 1996. *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes*. Maringá: EDUEM, 129p.



As proporções entre machos e fêmeas diferentes de 1:1 podem decorrer da época do ano, sendo explicadas na literatura em termos de fase de desenvolvimento do animal (Rossi-Wongtschowski, 1977), disponibilidade de alimento no ambiente (Nikolsky, 1969; Aguilar & Malpica, 1993; Tabata, 1995; Blazquez *et al.*, 1998; Gaillard *et al.*, 2004), mortalidade diferencial entre os sexos (Le Cren, 1951; Royce, 1972), temperatura ambiental (Hatcher, 1981; Carpenter, 1986; Klumpp & Polunin, 1989; Horn, 1989) e estratificação no ambiente (Munro, 1976; Bagenal & Tesch, 1978; Papageorgiu, 1979; Vazzoler, 1996). Dessas possibilidades, aparentemente a estratificação no ambiente fornece uma explicação plausível para se entender o maior número de fêmeas de *S. fuscus* detectada neste estudo uma vez que nesse tipo de ambiente os machos se distribuem predominantemente nas bordas externas dos arrecifes e as fêmeas nas regiões mais rasas. Como as coletas de *S. fuscus* foram realizadas em poças de maré, localizadas sobre formações recifais, é possível que a predominância de fêmeas decorra da especificidade do local de coleta.

De acordo com a análise dos dados, observou-se um predomínio significativo de fêmeas quando considerado todo o período de estudo, o que foi verificado através do teste do Qui-quadrado ( $\chi^2_{\text{cal}} = 173,2 > \chi^2_{\text{crit}} = 3,84$ ). A proporção sexual calculada foi de 1 : 3,5. As fêmeas também foram predominantes bimestralmente, não sendo observado nenhum bimestre com predomínio de machos.

Na equação peso-comprimento, os valores de *b* (3.2294 para fêmeas e 3.1123 para machos) indicam o quanto uma variável varia em associação com a variação da outra. Nesse contexto, a relação entre peso e comprimento de *S. fuscus* apresentou valores de *b* ligeiramente acima de 3,0 para ambos os sexos, o que difere do valor de 2,8960 relatado por Bohnsack & Harper (1989), estudando *S. dorsopunicans*. Uma possível explicação dessa diferença é que os referidos autores amostraram peixes menores (de 3 a 8 cm de comprimento furcal), enquanto que no presente estudo a faixa de tamanho foi maior (2,9 a 11,4 cm), o que justificaria o maior valor de *b*.

Em várias espécies de peixes há diferença entre os sexos, quando se considera a relação peso-comprimento (Le Cren, 1951; Royce, 1972). Sugere-se que a diferença seja consequência do maior gasto energético das fêmeas em maturação gonadal

(Wootton, 1995; Vazzoler, 1996). Embora no presente estudo, os peixes estivessem predominantemente nas fases de imaturo e em maturação, esperando -se então um efeito marcante do sexo sobre a relação peso -comprimento, esse efeito não ocorreu. Uma explicação para este fato é a de que embora o dispêndio energético da fêmea no desenvolvimento das gônadas ou na produção de óvulos seja maior, os machos de *S. fuscus* também gastariam maior energia na defesa de território e no cuidado com o ninho. A energia empregada na defesa territorial pelos machos equivaleria a energia gasta pelas fêmeas com o desenvolvimento gonadal, justificando a similaridade nas curvas de relação entre peso e comprimento.

As classes de comprimento total revelaram uma distribuição unimodal dos indivíduos amostrados, durante o período de estudo, com as medidas de comprimento total dos machos variando entre 3,6 e 11,3 cm, com moda na classe de 9 a 10,5 cm, e média de 7,77 cm, enquanto que nas fêmeas as medidas variaram entre 2,9 e 11,4 cm, com moda na classe de 7,5 a 9 cm, e média de 7,85 cm, não tendo sido observadas diferenças significativas entre os comprimentos totais médios de machos e fêmeas para o período total de coletas.

Os valores obtidos para o coeficiente alométrico (b), através da relação  $W \propto L^b$ , foram de 3,1123 e de 3,2294, para machos e para fêmeas, respectivamente. Após a realização do teste "t" para comparação dos coeficientes angulares de machos e fêmeas (Ivo & Fonteles-Filho, 1997), constatou-se que não houve diferença entre os mesmos ao nível de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ).

O valor do coeficiente alométrico (b), relacionado ao tipo de crescimento da espécie, pode variar entre 2,0 e 4,0 de acordo com Bagenal & Tesch (1978). Enquanto para Lagler *et al.*, (1977), esse coeficiente pode assumir valores entre 2,5 e 4,0 e que este valor é normalmente próximo a 3,0.

Orsi *et al.*, (2006) informaram que se "b" for igual a 3, então o crescimento é isométrico; se for maior que 3, é alométrico positivo; e se for menor que 3, é alométrico negativo. Os referidos autores esclarecem ainda que se o crescimento é isométrico, o incremento em peso acompanha o crescimento em comprimento, mas se é alométrico negativo, há um incremento em peso menor do que em comprimento; e, se é alométrico positivo, há um incremento em peso maior do que em comprimento.

Em relação ao grau de repleção estomacal, não houve diferença entre os sexos, com a maior taxa de repleção verificou-se entre os meses de janeiro a junho. O início e final desse período coincidiram com os dois períodos de desova relatados por Souza (2006), para *S. fuscus*. Assim, aparentemente, há aumento da ingestão em função da fase de reprodução. Tal associação é também relatada para outras espécies (Bazzoli *et al.*, 1996) e pode levar a obtenção de energia suficiente para se completar o desenvolvimento gonadal necessário para a desova. Por outro lado, o maior grau de repleção pode advir da maior disponibilidade de alimento no ambiente. Este perfil coincide parcialmente com o maior comprimento padrão de *S. fuscus* nos meses de março e abril e julho e agosto. Como foi observado houve uma predominância de exemplares maiores na estação chuvosa, estando provavelmente esta resposta mais associada à disponibilidade de alimentos do que à reprodução.

O padrão de desenvolvimento de comunidades de algas indica a herbivoria de *S. fuscus*, a influência que esta espécie exerce sobre as comunidades de algas em seus territórios e a preferência por algas filamentosas (rodofíceas, clorofíceas e feofíceas) (Lassuy, 1980; Hixon & Brostoff, 1983; Russ, 1987; Ferreira, 1994). No nordeste do Brasil, a espécie *Stegastes fuscus* alimenta-se na maior parte do tempo de *Gellidium* sp., defende um território de alimentação respondendo agressivamente a todos os indivíduos de espécies invasoras (Osório *et al.*, 2006). No presente estudo o conteúdo estomacal foi constituído por macroalgas (*Gellidium* sp., *Grasilaria* sp. e *Padina* sp.), diatomáceas bentônicas e detritos orgânicos.

As características morfológicas analisadas: boca terminal com ligeira protrabilidade; dentes incisiviformes achatados não entalhados formando uma única série na maxila; primeiro par de brânquias com rastros branquiais longos; e três cecos pilóricos, estão relacionadas ao hábito alimentar dos peixes sugerindo que a espécie *S. fuscus* não é especialista, pois o seu trato digestório apresenta algumas semelhanças verificadas também em peixes omnívoros, como por exemplo o estômago saculiforme e o intestino relativamente curto (Wootton, 1990; Zavala-Camin, 1996; Silva *et al.*, 2005).

*S. fuscus* apresentou um padrão de distribuição recifal associado, principalmente à precipitação, o que é esperado para uma população em região de baixa latitude (circa-equatorial).



Em relação à fase de desenvolvimento gonadal de *S. fuscus*, as fêmeas estiveram principalmente em maturação e os machos nas fases de imaturo e em maturação. Esse perfil se manteve independente das estações de seca ou chuvosa. As ações de agentes externos têm sido consideradas importantes sincronizadores da desova em peixes como, por exemplo, em *Chromis dispilus* (Tzioumis & Kingsford, 1995). No entanto, em *S. fuscus* a precipitação não revelou efeito no conjunto do desenvolvimento gonadal. Como a temperatura e a duração do período de luminosidade são relativamente constantes ao longo do ano na região onde foi realizado este estudo, outros estímulos ambientais podem ter atuado. Nesse sentido, dentre os fatores ambientais que modulam a desova, são citadas a fase lunar, a turbidez e turbulência da água e os pulsos de produção primária ligados as mudanças sazonais e pela descarga subsequente dos nutrientes dos córregos em áreas litorâneas (Lima, 2004; Tyler & Stanton, 1995). Na região tropical os períodos de chuva e estiagem parecem ser as mais importantes na regulação da reprodução em peixes (Volpato & Trajano, 2006). No entanto, tal associação não foi claramente detectada na comunidade estudada. Os dados do presente trabalho sustentam que sincronizadores externos de desova devam existir para essa espécie. A desova de *S. fuscus* é concentrada nos meses de novembro e fevereiro de cada ano, durante o período de seca (Souza, 2006). No período chuvoso predominaram as fases mais precoces do desenvolvimento gonadal. Assim, era de se esperar que houvesse um perfil diferente de distribuição das fases do desenvolvimento gonadal em relação às estações de estiagem e chuvosa o que não ocorreu. Isso mostra que outros fatores ambientais podem estar envolvidos nesse processo.

Considerando sua territorialidade, comportamento agressivo, grande longevidade (Schwamborn & Ferreira, 2002), alto grau de interação com outros organismos, baixos custos energéticos de seu comportamento agonístico (Menegatti, *et al.*, 2003), seu importante papel na trofodinâmica do ambiente (Ferreira *et al.*, 1998) e alta densidade no local de estudo, pode-se afirmar que *S. fuscus* é uma espécie importante para a compreensão da dinâmica da comunidade recifal nos arrecifes da Praia de Búzios, o que é relevante para a implantação de medidas de conservação da

espécie, do ambiente e, principalmente, da definição de estudos quanto à importância do seu papel na teia trófica.



## 6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo, para *Stegastes fuscus* (Osteichthyes: Pomacentridae), coletados durante o período de agosto de 2004 a julho de 2005 em arrecifes da praia de Búzios, Município de Nísia Floresta, Estado do Rio Grande do Norte, permitem chegar às seguintes conclusões:

- A população apresenta predomínio de fêmeas;
- Não se observa diferenças significativas entre os sexos;
- Não ocorre dimorfismo sexual;
- A população encontra-se em equilíbrio;
- . O crescimento é do tipo alométrico positivo;
- O suprimento alimentar é abundante;
- A espécie é herbívora;
- A desova está concentrada nos meses de janeiro e setembro -outubro
- Não foi observado efeito sincronizador dos estímulos ambientais amostrados (precipitação, temperatura e luminosidade).



## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS**

- Aguilar, E. T. A., & Malpica, Z. G. C. (1993). *Biología Pesquera*. 1ª ed Trujillo: Editora Libertad, 432 p.
- Allen, G. R. (1975). *Damselfishes of the South Seas*. New Jersey: T.F.H. Publications, 240 p.
- Allen, G. R. (1991). *Damselfishes of the world*. Melle, Germany: Mergus Publishers, 271 p.
- Amaral, R. F., Feitoza, B. M., Attayde, J. L., Batista, D. S., Mendes, L. F., Silva, I. B., & Soriano, E. M. (2005). Diagnóstico Ambiental Preliminar da Área de Uso Turístico Intensivo (AUTI) no Parracho de Maracajaú. *IDEMA-RN*. Relatório Interno. 128p.
- Andrian, I. F., & Barbieri, G. (1996). Espectro alimentar e variações sazonal e espacial na composição da dieta de *Parauchenipterus galeatus* Linnaeus, 1766, (Siluriformes, Auchenipteridae) na região do reservatório de Itaipu, PR. *Revista Brasileira de Biologia* 56 (2): 409-422.
- Andrian, I. F., Silva, H. B. R., & Peretti, D. (2001). Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum* 23 (2): 435-440.
- Angelescu, V., & Gneri, F. S. (1949). Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio in algunos peces del rio Uruguay e del rio de la Plata. *Rev. Inst. Invest. Mus. Argent. Cienc. Nat. Ciências Zoológicas*, 1 (6): 161-272.
- Araújo, M. E., Paiva, A. C. G., César, F. B., & Silva, J. C. C. (2003). A sutil diagnose morfológica entre as espécies simpátricas *Stegastes fuscus* e *Stegastes variabilis* (Actinopterygii: Pomacentridae). *Arq. Ciên. Mar.* 36: 37-43.

- Arnal, C., & Côté, I. M. (1998). Interactions between cleaning gobies and territorial damselfish on coral reefs. *Anim. Behav.* 55: 1429-1442.
- Asoh K. (2003). Gonadal development and infrequent sex change in a population of the humbug damselfish, *Dascyllus aruanus*, in continuous coral-cover habitat. *Marine Biology* 142: 1207-1218.
- Bagenal, T. B., & Tesch, F. W. (1978). Age and growth. In: Gerking, S D. *Methods for assessment of fish production in freshwater*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 365 p.
- Balassa, G. C., Fugi, R., Hahn, N. S. & Galina, A. B. (2004). Dieta de espécies de Anostomidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Manso, Mato Grosso, Brasil. *Ser. Zool.* 94 (1): 77-82.
- Barbieri, G., Peret, A. C., & Verani, J. R. (1994). Notas sobre a adaptação do trato digestivo ao regime alimentar em espécies da região de São Carlos (SP). I. Qouciente intestinal. *Revista Brasileira de Biologia* 54 (1): 63-69.
- Barreiros, J. P., Bertoncini, A., Machado, L., Hostim-Silva, M., & Santos, R. S. (2004). Diversity and seasonal changes in the ichthyofauna of rocky tidal pools from Praia Vermelha and São Roque, Santa Catarina. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47 (2): 291-299.
- Bazzoli, N., Rizzo, E., Santos, J. E., & Sato, Y. (1996). Biologia reprodutiva de quatro espécies de peixes forrageiros da represa de Três Marias. *Rev. Bios, M.G.*, 5 (5): 17-28.
- Behmer, A. O., Tolosa, E. M. C., & Neto, A G. F. (1976). *Manual de técnicas para histologia normal e patologica*. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo. p. 98-101.

- Bennett, B. A. (1989). The fish community of a moderately exposed beach on the southwestern Cape coast of South Africa and an assessment of this habitat as a nursery for juvenile fish. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 28 (6): 293-305.
- Berg, J. (1979). Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Marine Biology*, 50 (3): p.263-273.
- Bernardi, G. (2002). Distinctive color patterns in coral reef fish are not necessarily associated with different species, according to genetic studies. *Disponível em <http://www.ucsc.edu/currents/01-02/04-22/species.html>*. Acesso em 14/11/2005.
- Bertin, L. (1958). Appareil digestif. In: GRASSE, P. P. *Traité de zoologie*. Paris, Masson, 13, 1249-1301.
- Bizerril, C. R. S. F., & Costa, P. A. S. (2001). *Peixes Marinhos do Estado do Rio de Janeiro*. Fund. de Estudos do Mar, 233p.
- Blazquez, M., Zanuy, S., Carillo, M., & Piferrer, F. (1998). Structural and functional effects of early exposure to estradiol-17 beta and 17 alpha-ethynylestradiol on the gonads of gonochoristic teleost *Dicentrarchus labrax*. *Fish Physiol. Biochem.*, 18: 37-47.
- Bohnsack, J. A., & Harper, O. E. (1989). Length-weight relationships of selected marine reef fishes from the southeastern United States and the Caribbean. *NOAA Tech. Mem. NMFS-SEFC*. 215: 31p.
- Bonilha, L. E. C. (2003). Considerações quanto ao uso atual, conservação e situação sócio-ambiental no ecossistema recifal/coralino dos parrachos do Rio Grande do Norte – (Municípios de Maxaranguape a Rio do Fogo). *Relatório GEREX – IBAMA / RN*. 19p.
- Brown, A. C., & McLachlan, A. (1990). *Ecology of Sandy Shores*. Amsterdam, Elsevier, 327p.



- Burrows, M. T., Gibson, R. N., & MacLean, A. (1994). Effects of endogenous Rhythms and light conditions on foraging and predator avoidance in juvenile plaice. *J. Fish. Biol.*, 45 (Suppl. A): 171-180.
- Campos, C. E. C. (2000). *Aspectos populacionais e reprodutivos do Saramunete, Pseudupeneus maculatus Bloch, 1793 (Osteichthyes: Mullidae), em Ponta da pedra, Pernambuco*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 99p.
- Cancino, J. M., & Castillo, J. C. (1988). Emersion behavior and foraging ecology of the common Chilean clingfish *Sicyases sanguineus* (Pises: Gobiesocidae) *J. Nat. Hist.*, 22 249-261.
- Caragitsou, E., & Papaconstatinou, C. (1990). Food and feeding habits of large scale gornard, *Lepidotrigla cavillone* (Triglidae). *In: Greek Seas*. Cybium, Paris, 14: 95-104.
- Carpenter, R. C. (1986). Partitioning herbivory and its effects on coral reef algal communities. *Ecol. Monogr.*, 56 (4): 345-363.
- Casemiro, F. A. Z., Hahn, N. S., & Fugi, R. (2001). Avaliação da dieta de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Osteichthyes, Tetragonopterinae) antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum*, 24 (2): 419-425.
- Castro, C. B. (1998). BDT - *Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha: Recifes de Coral* , 110 p.
- Castro, C. B. (2002). Recifes de corais. Relatório do workshop para Avaliação e Ações prioritárias para conservação da biodiversidade das Zonas Costeiras e Marinha. Porto Seguro. Fund. Bio-Rio; SECTAM; IDEMA; Soc. Nordestina de Ecologia; Séc. Meio Ambiente do Est. de SP.; FEPAM. Ministério do Meio Ambiente.

- Ceccarelli, D. M., Jones, G. P., & McCook, L. J. (2001). Territorial damselfishes as determinants of the structure of benthic communities on coral reefs. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*. 39: 355-389.
- Cervigón, F. (1993). *Los peces marinos de Venezuela*. Vol. 2. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela. 497p.
- César, F. B. (2004). *Idade, crescimento e uso do habitat das espécies Stegastes rocasensis no Atol das Rocas e Stegastes sanctipauli, no Arquipélago de São Pedro e São Paulo*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 84p.
- César, H. S. J. (2000). The economic value of the invaluable Indonesian Coral Reefs. *Proc. 9<sup>th</sup> Int. Coral Reef Sym.* 185p.
- Chaves, P. T. C., & Vazzoler, C. (1984). Aspectos biológicos de peixes anatômicos. III. Anatomia microscópica do esôfago, estômago e cecos pilóricos de *Semaprochilodus insignis* (Characiformes: Prochilodontidae). *Acta Amazônica*, Manaus, 14 (3-4): 343-353.
- Cheney, K. L., & Côté, I. M. (2003). Indirect consequences of parental care: sex differences in ectoparasite burden and cleaner-seeking activity in longfin damselfish. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 262: 267-275.
- Choat, J. H. (1991). The biology of herbivorous fishes on coral reefs. In Sale, P. F. *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. Academic Press, Inc. pp. 120- 155.
- Choat, J. H., & Bellwood, D. R. (1985). Interactions amongst herbivorous fishes on a coral reef: influence of spatial variation. *Biol.* 89: 221- 234.
- Cleveland, A., & Montgomery, W. L. (2003). Gut characteristics and assimilation efficiencies in two species of herbivorous damselfishes (Pomacentridae: *Stegastes dorsopunicans* and *S. planifrons*). *Marine Biology* 142 (1): 35-44.

- Cloudsley-Thompson, J. L. (1961). *Rhythmic activity in animal physiology and behavior*. Academic Press, New York & London. 236p.
- Colete, B. B., & Talbot, F. H. (1972). Activity patterns of coral reefs with emphasis on nocturnal-diurnal changeover. *Bull. Nat. Hist. Mus. L.A.*, 14: 98-124.
- Connell, J. H., & Slatyer, R. O. (1977). Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.* 111: 1119- 1144.
- Costa, P. A. S., Braga, A. C., & Rocha, L. O. F. (2003). Reef Fisheries in Porto Seguro, eastern Brazilian coast. *Fisheries Research*. 60: 577-583.
- Coutinho, R. (1994). Avaliação crítica das causas dos organismos bentônicos em costões rochosos. In. *Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas*, ed. Esteves, F.A., Oecologia brasiliência, 1: 1- 10.
- Cunha, E. M. S. (2004). *Evolução atual do litoral de Natal-RN (Brasil) e suas aplicações à gestão integrada*. Tesis Doctoral. Ciências del Mar, Universitat de Barcelona. 393p.
- Davis, D., & Tisdell, C. (1996). Economic management of recreational scuba diving and the environment. *Journal of Environment Management* 48: 229-248.
- Dayton, P. K. (1971). Competition, disturbance, and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecol. Monogr*: 44: 351-389.
- Denny, C. M., & Babcock, R. C. (2003). Do partial marine reserves protect reef fish assemblages? *Biological Conservation*. 116 (1): 119-129
- Dias Jr., E. A. (2004). *Hipótese filogenética para espécies atlânticas do gênero Stegastes (Pisces, Pomacentridae), baseada em marcadores RAPD*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 53p.

- Ebeling, A. W., & Hixon, M. A. (1991). Tropical and temperate reef fishes: comparison of community structures. In Sale, P. F. *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. Academic Press, Inc. pp. 509-563.
- Emery, A. R. (1972). A new specie of damselfish (Pisces: Pomacen tridae), from the eastern coast of South America. *Copeia*, 2: 330-335.
- Emery, A. R. (1973). Comparative ecology and functional osteology of fourteen species of damselfish (Pices: Pomacentridae) at Alligator Reef Keys. *Bull. Mar. Sci.*, 23: 649- 770.
- Emery, A. R., & Thresher, R. E. (1980). Biology of the damselfishes. *Bull. Mar. Sci.*, 30: 145-328.
- Erdman, D.S. (1976). Spawning patterns of fishes from the northeastern Caribbean. *Agric Fish Contrib Dep Agric Puerto Rico* 8 (2): 1-36.
- Feitoza, B. M., Rosa, R. S., & Rocha, L. A. (2005). Ecology and zoogeography of deep-reef fishes in northeastern Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 76 (3): 725-742.
- Ferreira, B. P., & Maida, M. (2000). Relationship between artisanal fisheries and tourism in brazilian coastal reefs. *Proc. 9<sup>th</sup> Coral Reef Sym.* 185p.
- Ferreira, B. P., Maida, M., & Souza, A. E. T. (1995). Levantamento inicial das comunidades de peixes recifais da região de Tamandaré -PE. *Bol. Técn. Cient. CEPENE*. 3 (1): 213-230.
- Ferreira, C. E. L., & Gonçalves, J. E. A. (2006). Community stucture and diet of roving herbivorous reef fishes in the Abrolhos Archipelago, south -western Atlantic. *J. Fish. Biol.*, 69 (5): 1533-1551.
- Ferreira, C. E. L., Gonçalves, J. E. A., Coutinho, R., & Peret, A. C. (1998). Herbivory by the Dusky Damselfish *Stegastes fuscus* (Cuvier, 1830) in a tropical rocky

- shore: effects on the benthic community. *J. Exper. Mar. Biol. and Ecol.*, 229: 241-264.
- Ferreira, C. E. L., Peret, A. C., & Coutinho, R. (1998). Seasonal grazing rates and food processing by tropical herbivorous fishes. *J. Fish Biol.*, 53 (Suppl. A): 222-235.
- Ferreira, C. P. L. (1994). *Ecologia da herbivoria por Stegastes fuscus (Cuvier, 1830), Pisces: Pomacentridae, na região de Arraial do Cabo, RJ*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 57p.
- Fischelson, L., Popper, D., Aviador, A. (1974). Biosociology and ecology of pomacentrid fishes around the Sinai Peninsular (northern Red Sea). *J. Fish Biol.*, 6: 119-133.
- Floeter, S. R., Ferreira, C. E. L., Dominici-Arosemena, A., & Zalmon, I. R. (2004). Latitudinal gradients in Atlantic reef fish communities: trophic structure and spatial use patterns. *J. Fish Biol.*, 64: 1680-1699.
- Floeter, S. R., Gasparini, J. L., Rocha, L. A., Ferreira, C. E. L., Rangel, C. A., & Feitoza, B. M. (2003). Brazilian reef fish fauna: checklist and remarks. *Brazilian Reef Fish project: www.brazilianreeffish.cjb.net*
- Franco, C. R. C. (1994). Estudo ultraestrutural do estômago de dois Teleosteos: *Hypostomus commersonnii* (REIS *et.al*; 1990) e *Rhamdia branneri* (Hasemann, 1911). Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, Brasil. 65p
- Fugi, R., & Hahn, N. S. (1991). Espectro alimentar e relações morfológicas com o aparelho digestivo de três espécies comedores de fundo do rio Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, 51 (4): 873-879.
- Gaillard, S., Grillasca, J. P., Leung-Tack, D., & Aubert, J. (2004). A brief story of fish sex. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 31 (1): 1-11.

- Galetto, M. J., & Bellwood, D. R. (1994). Digestion of algae by *Stegastes nigricans* and *Amphiprion akindynos* (Pisces: Pomacentridae), with an evaluation of methods used in digestibility studies. *J. Fish Biol.* 44: 415-428.
- Gargiulo, A. M., Ceccarelli, P., Dall'Aglio, C., & Pedini, V. (1998). Histology and ultrastructure of the gut of the tilapia (*Tilapia* ssp.), a hybrid teleost. *Anatomy, Histology and Embriology*, 27: 89-94.
- Gasparini, J. L., Moura, R. L., & Sazima, I. (1999). *Stegastes trinidadensis* n. sp. (Pisces: Pomacentridae), a new damselfish from Trindade Island, off Brazil. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão (N. Ser.)*, 10: 3-11.
- Gatz, Jr. A. J. (1979). Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 21 (2): 91-124.
- Gibson, R. N., Ansell, A. D., & Robb, L. (1993). Seasonal and annual variations in abundance and species composition of fish and macrocrustacean communities on a Scottish sandy beach. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 98: 89-105.
- Godinho, M. H. (1967). Estudos anatômicos sobre o trato alimentar de um siluroidei, "*Pimelodus maculatus*" Lacepede. *Rev. Bras. Biol.*, 27 (4): 425-433.
- Godinho, M. H. (1970). Considerações gerais sobre anatomia dos peixes In: *COMISSÃO Interestadual da Bacia Pananá-Uruguaí. Poluição e Piscicultura*. São Paulo: Edane. p. 113-136.
- Gomes, A. S.; Villaça, R., & Pezzella, C. A. C. (2001). Atol das Rocas. Ecossistema único no Atlântico Sul. *Ciência Hoje*, 29 (172): 32-39.
- Goodman, L. (1965). Simultaneous confidence intervals for multinomial proportions. *Technometrics*, 7 (2): 247-254.

- Greenfield, D. W., & Woods, L. P. (1974). *Eupomacentrus diencaeus* Jordan and Rutter: a valid species of damselfish from the Western Tropical Atlantic. *Fieldiana Zol.*, 65 (2): 9-21.
- Guimarães, M. A., & Coutinho, R. (1996). Spatial and temporal variation of benthic marine algae at Cabo Frio upwelling region, Rio de Janeiro, Brazil. *Aquatic. Bot.*, 52: 283-299.
- Guimarães, S. M. P. B., Fujii, M. T., Pupo, D., & Yokoya, N. S. (2004). Reavaliação das características morfológicas e suas implicações taxonômicas no gênero *Polysiphonia* sensu lato (Ceramiales, Rhodophyta) do litoral dos Estados de São Paulo e Espírito Santo, Brasil. *Rev. Bras. Bot.*, 27: 163-183.
- Gurgel, H. C. B. (1992). *Biologia populacional de Metynnis cf. roosevelti Eigenmann, 1915 (Characidae, Myleinae), da Lagoa Redonda, município de Nízia Flor esta, estado do Rio Grande do Norte*. Tese de Doutorado. São Carlos: UFSCar. 214 p.
- Hahn, N. S. (1991). *Alimentação e dinâmica da nutrição da curvina Plagioscion squamosissimus (Heckel, 1840) (Pisces, Perciformes) e aspectos da estrutura trófica da ictiofauna acompanhante no rio Paraná*. Tese de Doutorado. Rio Claro: UNESP. 497 p.
- Hahn, N. S., Loureiro, V. E., & Delariva, R. L. (1999). Atividade alimentar de curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Scianidae) no rio Paraná. *Acta Scientiarum*, 21 (2): 309-314.
- Hatcher, B. G. (1981). The interaction between grazing organisms and the epilithic algal community of a coral reef: A quantitative assessment. *Proc. Int. Coral Reef Symp. 4<sup>th</sup>* 2: 515-524.
- Helfman, G. S. (1993). Fish behavior by day, night and twilight. Chap. 14. In: *Behavior of teleostfishes*. (Ed: Pitcher, T. J.) 2<sup>nd</sup> ed. Chapman & Hall, London, pp. 479-512.

- Hixon, M. A., & Brostoff, W. N. (1981). Fish grazing and community structure of Hawaiian reef algae. *Proceedings of the 4<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp., Manila*, 2: 507-514.
- Hixon, M. A., & Brostoff, W. N. (1982). Differential fish grazing and benthic community structure on Hawaiian reefs. *In: Cailliet, G. M. e Simenstad C. A. (Eds.), Fish Food Habits Studies*, Washington: University of Washington Sea Grant Program, p. 249-257.
- Hixon, M. A., & Brostoff, W. N. (1983). Damselfish as keystone species in reverse: Intermediate disturbance and diversity of reef algae. *Science*, 220: 511-513.
- Hixon, M. A., & Brostoff, W. N. (1996). Succession and herbivory. Effects of differential fish grazing on Hawaiian coral-reef algae. *Ecological Monographs*. 66: 67-90.
- Horn, M. H. (1989). Biology of Marine Herbivorous Fishes. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 27: 167-272.
- Huntingford, F. A. (1993). Behavioural mechanisms in evolutionary perspective. *Trends Ecol. Evol.*, 8: 139-148.
- IDEMA, (2002). *Perfil do Estado do Rio Grande do Norte*. Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças do Rio Grande do Norte. 85p.
- IDEMA, (2003). *Relatório Final dos estudos para implementação do ZZE dos estuários do Rio Grande do Norte e seus entornos*. Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças do Rio Grande do Norte. 85p.
- Iitzkowitz, M., Ludlow, A., & Haley, M. (2000). Territorial boundaries of the male, beaugregory damselfish. *J. Fish Biol.*, 56: 1138-1144.



- Ivo, C. T. C., & Fonteles-Filho, A. A. (1997). *Estatística Pesqueira: Aplicação em Engenharia de Pesca*, Fortaleza: Tom Gráfica e Editora, 193p.
- Jobling, M. (1995). *Environmental Biology of Fishes*. London, Chapman & Hall, 455p.
- Johnson, R. G. (1970). Variations in diversity within benthic marine communities. *Am. Nat.*, 104: 285-300.
- Junqueira, L. C., & Carneiro, J. (1999). O tubo digestivo *In: Histologia básica*. 9ª Ed.; Guanabara. Rio de Janeiro: p. 244-269.
- Kawakami, E. (1975) *Alimentação dos Pleuronectiformes: Análise comparativa e bionomia*. Dissertação de Mestrado. USP, Instituto Oceanográfico, 150p.
- Keast, A., & Webb, D. (1966). Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, lake Opinicon, Ontario. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 23: 1845-1874.
- Klumpp, D. W., & Polunin, N. V. C. (1989). Partitioning among grazers of food resources within damselfish territories on a coral reef. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 125: 145-169.
- Klumpp, D. W., McKinnon, A. D., & Daniel, P. (1987). Damselfish territories: zones of high productivity on coral reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 40: 41-51.
- Köppen, W. (1936). Das Geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie. Berlin, Kraus-Thomson.
- Lacson, J. M., & Clark, S. (1995). Genetic divergence of Maldivian and Micronesian demes of the damselfishes *Stegastes nigricans*, *Chrysiptera biocellata*, *C. glauca* and *C. leucopoma* (Pomacentridae). *Marine Biology*, 121 (4): 585-590.
- Lagler, K. F., Bardach, J. E., Miller, R. R., & Passino, D. R. (1977). *Ichthyology*. New York : John Willey and sons. 506 p.

- Lassuy, D. R. (1980). Effects of 'farming' behavior by *Eupomacentrus lividus* and *Hemiglyphidodon plagiometopon* on algal community structure. *Bull. Mar. Sci.*, 30: 304-312.
- Lassuy, D. R. (1984). Diet, intestinal morphology, and nitrogen assimilation efficiency in the damselfish, *Stegastes lividus*, in Guam. *Environ. Biol. Fishes*, 10: 183-193.
- Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and population cycle in gonad weight and condition in the perch *Perca fluviatilis*. *J. Anim Ecol.*, 20 (2): 201-219.
- Leão, Z. M. A. N., & Dominguez, J. M. L. (2000). Tropical coast of Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 41 (1-6): 112-122.
- Lima, Z. M. C. (2004). *Caracterização da dinâmica ambiental da região costeira do município de Galinhos, litoral setentrional do Rio Grande do Norte*. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 153p.
- Lison De Loma, T., Harmelin-Vivien, M., Naim, O., & Fontaine, M. F. (2000). Algal food processing by *Stegastes nigricans*, an herbivorous damselfish: Differences between an undisturbed and a disturbed coral reef site (La Réunion, Indian Ocean). *Oceanologica Acta*, 23 (Suppl. 7): 793-804.
- Lowe-McConnell, R. H. (1999). *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais*. Ed. Universidade de São Paulo, 534p.
- Mabessone, J. M., & Coutinho, P. N. (1970). Littoral and shallow marine geology of northern and northeastern Brazil. Universidade Federal de Pernambuco. *Trabalhos oceanográficos*, 12: 214p.
- Maia, V. (1979). *Técnica Histológica*. 2ª Ed. São Paulo: Atheneu. p. 70-136.
- Maida, M., & Ferreira, B. P. (1997). Coral reefs of Brazil: Overview and field guide. *Proc. 8<sup>th</sup> Int. Coral Reef Sym*, 1: 263-274.

- Manso, V. A. V. (2003). *Definição dos pontos de contorno da linha de preamar máxima atual do litoral do município de Ipojuca-PE*. Relatório Final, Termo de Referência MMA/PNMA II-SECTMA N° 249.
- Manteifel, B. P., Girsá, I. I., & Pavlov, D. S. (1978). On rhythms of fish behaviour. In: THORPE, J. E. (ed.). *Rhythmic Activity of Fishes*. London: Academic Press. p. 215-224.
- Mattson, W. J. (1980). Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 11: 119-161.
- McEearlean, A. J., O'Connor, S. G., Milhursky, J. A., & Gibson, C. I. (1973). Abundance, diversity and seasonal patterns of estuarine fish populations. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.*, 1: 19-36.
- Menegatti, J. V.; Vescovi, D. L., & Floeter, S. R. (2003). Interações agonísticas e forrageamento do peixe-donzela *Stegastes fuscus* (Perciformes: Pomacentridae). *Natureza on line* 1(2): 45-50. [www.naturezaonline.com.br](http://www.naturezaonline.com.br)
- Menezes, N. A., & Figueiredo, J. L. (1985). Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4), *Publicações do Museu de Zoologia da U.S.P.*, Universidade de São Paulo, São Paulo. 105 p.
- Menge, B. A. (1978). Predation intensity in a rocky intertidal community. Effect of an algal canopy, wave action and dissection on predator feeding rates. *Oecologia*, 34: 17-35.
- Menge, B. A., & Sutherland, J. P. (1976). Species diversity gradients: synthesis of the role of predation, competition, and temporal heterogeneity. *Am. Not.*, 110: 351-369.
- Metaxas, A., & Scheibling, R. E. (1993). Community structure and organization of tidepools. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 98: 187-198.

- Milinski, M., & Parker, G. A. (1991). Competition for resources. Pages 137 - 168. In J. R. Krebs and N. B. Davies, editors. *Behavioural ecology. An evolutionary approach*. Third edition. Blackwell Scientific, Boston, Massachusetts, USA.
- Molina, W. F. (2000). *Análise da diversidade genética na família Pomacentridae (Pisces, Perciformes), utilizando métodos combinados de citogenética, marcadores moleculares e morfometria*. Tese de doutorado, UFSCar, São Carlos, SP, Brasil.
- Molina, W. F., & Galetti, Jr. P. M. (2004). Multiple pericentric inversions and chromosomal divergences in the fishes *Stegastes* (Perciformes, Pomacentridae). *Genetics and Molecular Biology*, 27: 543-548.
- Morais, J. O. (1967). Contribuição ao estudo do beach rocks do Nordeste do Brasil. *Trab. Ocean. Univ. Fed.*, 1: 79-94.
- Morais, M. F. P. G., Barbola, I. F., & Guedes, E. A. C. (1997). Alimentação e relações morfológicas com o aparelho digestivo do "curimatá" *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) (Osteichthyes, Prochilodontidae), de uma lagoa do Sul do Brasil. *Revta. Bras. Zool.*, 14 (1): 169-180.
- Morrison, C. M., & Wright, Jr, J. R. (1999). A study of the histology of the digestive tract of the Nile tilapia. *J. Fish Biol.*, 54: 597-606.
- Motta, P. J. (1984). Mechanics and functions of jaw protrusion in Teleost fishes: a review. *Copeia*, 1: 1-18.
- Moura, R. L., Figueiredo, J. L., & Menezes, N. A. (2003). Família Labridae. In: Menezes, N. A.; Buckup, P. A.; Figueiredo, J. L. & Moura, R. L. (ed). *Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil*. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, n.160, p. 92-93.
- Munro, J. J. (1976). Aspects of the Biology and Ecology of Caribbean, reef Fishes: Mullidae (goat-fishes). *J. Fish Biol.*, 9: 79-97.

- Myers, R. A., & Worm, B. (2003). Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*, 423: 280-283.
- Nelson, J. S. (1994). *Fishes of the World*. 3<sup>rd</sup> ed. New York: John Wiley & Sons Inc. 600p.
- Nemtsov, S. C. (1997). Intraspecific variation in home range exclusivity by female green razorfish, *Xyrichtys splendens* (family Labridae), in different habitats. *Environ. Biol. Fish.*, 50: 371-381.
- Nikolsky, G. V. (1963). *The Ecology of fishes*. London: Academic Press, 352 p.
- Nikolsky, G. V. (1969). *Theory of Fish Population Dynamics*. Edinburgh: Oliver e Boyd, 323 p.
- Novakowski, G. C., Fugi, R., & Hahn, N. S. (2004). Diet and dental development of three species of Roeboides (Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 2 (3): 157-162.
- Nunan, G. W. (1992). *Composition, species distribution and zoogeographical affinities of the Brazilian reef-fish fauna*. 584p. Newcastle upon Tyne. Ph.D. dissertation (Zoology), University of Newcastle upon Tyne.
- Ornellas, A., & Coutinho, R. (1998). Spatial and temporal patterns of distribution and abundance of a tropical fish assemblage in a seasonal Sargassum bed, Cabo Frio Island, Brazil. *J. Fish Biol.*, 53 (Suppl. A): 198- 208.
- Osório, R., Rosa, I. L., & Cabral, H. (2006). Territorial defense by the Brazilian damsel *Stegastes fuscus* (Teleostei: Pomacentridae). *J. Fish Biol.*, 69 (1): 233-242.
- Pandolfi, J. M., Bradbury, R. H., Sala, E., Hughes, T. P., Bjorndal, K. A., Cook, R. G., Mcardle, G., Warner, R. R., & Jackson, J. B. C. (2003). Global Trajectories of the Long-Term Decline of Coral Reef Ecosystems. *Science*, 301: 955-958.

- Papageorgiu, N. K. (1979). The length-weight relationship, age, growth and reproduction of the roach *Rutilus rutilus* (L.) in lake Volvi. *J. Fish Biol.*, 14: 529-539.
- Peretti, D. (2006). *Alimentação e análise morfológica de quatro espécies de peixes (Astyanax altiparanae, Parauchenipterus galeatus, Serrasalmus marginatus e Hoplias aff. Malabaricus) na planície inundaçã do alto Rio Paraná, Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, Paraná, Brasil, 54p.
- Petersen, C. W. (1995). Male mating success and female choice in permanently territorial damselfishes. *Bull. Mar. Sci.*, 57: 690-704.
- Picciulin, M., Varginella, L., Spoto, M., & Ferrero, E. A. (2004). Colonial nesting and the importance of the brood size in male parasitic reproduction of the Mediterranean damselfish *Chromis chromis* (Pisces: Pomacentridae) *Environ. Biol. Fishes*, 70 (1): 23-30.
- Pinheiro, P. C. (2005). *Ictiofauna do arquipélago de Currais (Paraná-Brasil): Complexidade estrutural dos costões rochosos e análise comparativa com um módulo recifal artificial*. Tese de doutorado, UFSCar, São Carlos, SP, Brasil, 99p.
- Pollnac, R. B. (2000). Assessment of socioeconomic factors influencing the success of marine sactuaries in the Philippines. *Proc. 9<sup>th</sup> Int. Coral Reef Sym.*, 187p.
- Quenouille, B., Bermingham, E., & Planes, S. (2004). Molecular sy stematics of the damselfishes (Teleostei: Pomacentridae): Bayesian phylogenetic analyses of mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31: 66-88.
- Reebs, S. G. (2002). Plasticity of diet and circadian activity rhythms in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12: 349-371.
- Reviere, B. (2006). *Biology and filogeny of algae*. Artmed, Brazil.

- Ribeiro, C. A. O., & Fanta, E. (2000). Microscopic Morphology and histochemistry of the digestive system of a tropical freshwater fish *Trichomycterus brasiliensis* (Lütken)(Siluroidei, Trichomycteridae) *Rev. bras. Zool.*, 17 (4): 953-971.
- Richardson, D. L., Harrison, P. L., & Harriott, V. J. (1997). Timing of spawning and fecundity of a tropical and subtropical anemonefish (Pomacentridae: Amphiprion) on a high latitude reef on the east coast of Australia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 156: 175-181.
- Robertson, D. R., Hoffman, S. G., & Shelton, J. M. (1981). Availability of space for the territorial Caribbean damselfish *Eupomacentrus planifrons*. *Ecology*, 62: 1162-1169.
- Rocha, L. A. (2003). Patterns of distribution and processes of speciation in Brazilian reef fishes. *Journal of Biogeography*, 30: 1161-1171.
- Rocha, L. A., Rosa, I. L., & Rosa, R. S. (1998). Peixes recifais da costa da Paraíba, Brasil. *Rev. bras. Zool.*, 15 (2): 553-566.
- Rodrigues, S. S., Navarro, R. D., & Menin, E. (2006). Adaptações anatômicas da cavidade bucofaringiana da *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Pisces, Characiformes, Anostomidae) em relação ao hábito alimentar. *Revista biotemas*, 19 (1): 51-58.
- Rosa, R. S., & Moura, R. L. (1997). Comunidades de peixes recifais do Atol das Rocas: um estudo com censos visuais. In: *Resumos do XII Encontro Brasileiro de Ictiologia, Sociedade Brasileira de Ictiologia, São Paulo*, p. 387.
- Rossi-Wongtschowski, C. L. B. (1977). Estudo das variações da relação peso total / comprimento total em função do ciclo reprodutivo e comportamento de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) da costa do Brasil entre 23° S e 28° S. *Bol. Inst Oceanogr*, 26: 131-180.

- Rotta, M. A. (2003). *Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados a piscicultura*. Corumbá: Embrapa Pantanal (Documento 53/Embrapa Pantanal).
- Royce, W. F. (1972). *Introduction to the fishery science*. London: Academic Press, 351 p.
- Russ, G. R. (1987). Is rate of removal of algae by grazers reduced inside territories of tropical damselfishes? *J. Exp. Biol. Ecol.*, 110: 1-17.
- Sale, P. F. (1977). Maintenance of high diversity in coral reef fish communities. *Am. Nat.*, 111: 337-359.
- Sale, P. F. (1978). Reef fishes and other vertebrate: a comparison of social structures. *Cont. Behav.*, 313-346.
- Sammarco, P. W. (1983). Effects of fish grazing and damselfish territoriality on a coral reef alga. I. Algal community structure. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 13: 1-14.
- Santos, E. P. (1978). *Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura*. Hucitec, Ed. Usp, São Paulo. 129p.
- Santos, R. S., Nash, R. D. M., & Hawkins, S. J. (1994). Fish assemblages on intertidal shores of the island of Faial, Azores. *Arquipelago-Life and Marine Sciences*, 12A: 87-100.
- Schawssmann, H. O. (1980). Biological rhythms: their adaptive significance. In: ALI, M. A. (ed). *Environmental Physiology of Fishes*. New York: Plenum Publishing Corp. p. 613-630.
- Schwamborn, S. H. L., & Ferreira, B. P. (2002). Age structure and growth of the dusky damselfish, *Stegastes fuscus*, from Tamandaré reets, Pernambuco, Brazil. *Environ. Biol. of Fishes*, 63: 79-88.



- Seixas-Filho, J. T., Brás, J. M., Gomide, A. T. M. Oliveira, M. G. A., Donzele, J. L., & Menin, E. (2000). Anatomia funcional e morfologia dos intestinos e dos cecos pilóricos do Teleostei (Pisces) de água doce *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849). *Rev. bras. zootec.*, 29 (2): 313-324.
- Sikkel, P. C., Herzlieb, S. E., & Kramer, D. L. (2005). Compensatory cleaner-seeking behavior following spawning in female yellowtail damselfish. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 296: 1-11.
- Silva, N. B., Gurgel, H. C. B., & Santana, M. D. (2005). Histologia do sistema digestório de sagüiru, *Steindachnerina notonota* (Miranda Ribeiro, 1937) (Pisces, Curimatidae), do Rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 31 (1): 1-8.
- Smith, L. S. (1980). Digestion in teleost fishes. In: United Nations Development Programme. Fish Feed Technology. Rome, FAO, pp. 3-18.
- Stoskopf, M. K. (1993). Anatomy. In: *Fish Medicine*. Ed. W. B, Mexico: Saunders Company. p. 03-31.
- Sundararaj, B. I., & Vasal, S. (1976). Photoperiod and temperature control in regulations of reproduction in female catfish *Heteropneustes fossilis*. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 33:959-973.
- Souza, L. L. G. (2006). *Ecologia reprodutiva do peixe-donzela, Stegastes fuscus CUVIER, 1830 (OSTEICHTHYES: POMACENTRIDAE) em arrecifes rochosos da praia de Búzios, Rio Grande do Norte, Brasil*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 91p.
- Tabata, K. (1995). Reduction of female proportion in lower growing fish separated from normal and feminized seedlings of hirame *Paralichthys olivaceus*. *Fisheries Science*, 61 (2): 199-201.

- Testa, V. (1997). Calcareous algae and corals in the inner shelf of Rio Grande do Norte, NE Brazil. *Proceedings of 8<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium*. 6p.
- Thijssen, R., Lever, A. J., & Lever, J. (1974). Food composition and feeding periodicity of O-group plaice (*Pleuronectes platessa*) in the tidal area of a sandy beach. *Netherlands Journal Sea Research*., Texel, 8 (4): 369-377.
- Thresher, R. E. (1991). Geographic variability in the ecology of coral reef fishes: evidence and possible implications. In: Sale, P. F. (ed) *The ecology of fishes on coral reefs*. San Diego: Academic Press, pp 401 -436.
- Tyler, W. A., & Stanton F. G. (1995). Potential influence of food abundance on spawning patterns in a damselfish, *Abudefduf abdominalis*. *Bulletin of Marine Science*, 57: 610-623.
- Tzioumis, V., & Kingsford, M. J. (1995). Periodicity of spawning of two temperate damselfishes: *Parma microlepis* and *Chromis dispilus*. *Bulletin of Marine Science*, 57 (3): 596-609.
- Vazzoler, A. E. A. de M. (1981). *Manual de Métodos para Estudos Biológicos de Populações de Peixes. I. Reprodução e Crescimento*. Instituto Oceanográfico da USP, 108 p.
- Vazzoler, A. E. A. de M. (1996). *Biologia da reprodução de peixes teleósteos. Teoria e prática*. Maringá: EDUEM. 169p.
- Veron, J. E. N. (1995). *Corals in Space and Time: The Biogeography and Evolution of the Scleractinia*. Sydney: University of New South Wales Press, 321 pp.
- Vilella, F. S., Becker, F. G., & Hartz S. M. (2002). Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic forest river in southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45(2): 223-232.

- Volpato, G. L., & Trajano, E. (2006). Biological Rhythms. In: LA Val, VMFA Val, DJ Randal (Org) *Fish Physiology*. Elsevier, San Diego.
- Watson, D., J. & Balon, E. K. (1984). Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest of northern Borneo, *J. Fish Biol.*, 25: 371-384.
- Weatherley, A. H., & Gill, H. S. (1987). Feeding relations, correlated functional morphology, growth and size. In: *The biology of fish growth*. (Weatherley, AH and Gill, HS eds). pp. 258-320. London: Academic Press.
- Werner, D. (1977). *The biology of diatoms*. Blackwell, London.
- Wootton, R. J. (1990). Ecology of teleost fishes. London, *Chapman & Hall*, 440p.
- Wootton, R. J. (1995). Constraints in the evolution of fish life histories. *Neth. J. Zool.*, 42: 291-303.
- Wootton, R. J., Evans, G. W., Mills, L. A. (1978). Annual cycle in female three -spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) from an upland and lowland population. *J. Fish Biol.*, 12:331-343.
- Yoshiyama, R. M. (1981). Distribution and abundance patterns of rocky intertidal fishes in central California. *Env. Biol. Fish.*, 6 (3/4):315-332.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis*, 4<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, 663p.
- Zavala-Camin L. A. (1996). *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes*. Maringá: EDUEM, 129p.

**ANEXOS**

# **NORMAS PARA PUBLICAÇÃO**

## **CORAL REEFS**

**Careful adherence to these journal instructions will avoid delays and extra work for authors. Poorly prepared submissions will always be returned for correction and may well result in immediate rejection.**

### **1. Copyright declaration**

The authors guarantee that the manuscript will not be published elsewhere in any language without the consent of the copyright holders, that the rights of third parties will not be violated, and that the publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation. Authors wishing to include figures or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright holder(s) and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

*Copyright for US Government Employees:* The work of US Government employees prepared as part of their official duties cannot be copyrighted and, therefore, copyright cannot be transferred.

Authors should, however, complete the Springer Copyright Form and add the following wording:

"I (we) certify that the article named above was prepared as part of my (our) official duties.

The article is thus in the public domain and cannot be copyrighted."

US Government authors are permitted to distribute or post their published papers elsewhere but normal subscription terms apply for access to the article via Springerlink.

### **2. Copyright Form**

When authors receive their proofs from the publisher they will be required to sign the copyright declaration.

### **3. Submission procedure**

Manuscripts must be submitted online at <https://mc.manuscriptcentral.com/coral> (the journal website). Authors will be required to complete a simple registration procedure to obtain an account.

They will then be led through a series of menus which will help them submit their manuscript. Instructions for this procedure and help files are available.

Authors will be able to check the progress of the review by logging on to their account. They will also be notified by e-mail when the review is complete.

#### **Peer review will involve the following steps:**

1. Author submits manuscript.
2. Editorial Office checks formatting (manuscript may be returned for corrections at this stage).
3. Editor-in-Chief assigns a Topic Editor.
4. Manuscript is subject to Pre-Review
5. Topic Editor assigns Reviewers.
6. Reviewers submit reviews online.
7. Topic Editor makes recommendation.

8. Editor-in-Chief makes final decision.
9. Author is informed of decision.

The manuscript and all accompanying tables, figures and supplementary information must conform to the style and formatting detailed in these instructions. Errors will be returned by the Editorial Office for correction before the manuscript is sent for review.

If any data in the manuscript were previously published or are used in another manuscript presently under consideration elsewhere, describe the extent of the overlap in the cover letter and include copies of the relevant papers. Similarly, include PDF copies of related manuscripts that are 'in press', submitted to another journal, or that reviewers are likely to have difficulty locating.

### **Pre-Review**

Manuscripts will be subject to a pre-review on the following criteria:

1. Does the paper fall within the remit of *Coral Reefs*?
2. Does the paper have the potential to make a substantial contribution to the field of research?
3. Is the subject area of potential interest to a wide readership?
4. Is the paper in the correct style and format for *Coral Reefs*?
5. Are the figures appropriate and well presented – is there unnecessary use of colour?
6. Is the manuscript well written?

Either the Editor-in-Chief or a Topic Editor undertakes the pre-review assessment. A manuscript may be rejected without further review at this stage.

### **4. Revisions and Resubmissions**

Rejection of manuscripts typically arises because of flaws in experimental design or faulty methods, or if the writing is unclear, the manuscript poorly organized, incomplete, or deviates significantly from the *Coral Reefs* style. *Coral Reefs* normally only allows one major revision of any submission.

If the revision of a paper is still not acceptable the manuscript may be rejected. In certain circumstances, the editor may invite an author to resubmit a paper for consideration as a new manuscript after, e.g., further research has been done. Such resubmissions must represent a profound rewrite and not merely cosmetic changes.

### **5. Decisions**

The decision to accept or reject a manuscript is made by the Editor-in-Chief. The recommendations by the Topic Editors and the quality of the reviews are carefully assessed in each case. However, authors should be aware that merely because a paper may have passed review does not guarantee acceptance. Other considerations such as publication space and the relative importance of the work are also factors which the Editor in Chief will take into account. The Editor in Chief may also consider that further reviews are required. Normally the decision by the Editor in Chief is final and only in exceptional circumstances will appeals be entered into.

### **6. Manuscript Types**

**Reports** - Reports are full length papers which should not exceed 10-12 printed pages (approximately 8000 words, including Abstract, References, Acknowledgements and Figure Legends).

**Reviews** - Authors who wish to submit reviews must seek prior approval from the Editor-in-Chief and submit a proposal. This proposal may be sent out to experts in the field for advice



before the Editor allows submission. Proposals should be limited to 1000 words, and should include the following:

- a provisional title, along with a fuller explanation of material to be covered and excluded
- a list of authors and roles, including all institutional affiliations
- a statement indicating why the review is both timely and needed
- an explanation of the approach to be taken
- an explanation of the overall novelty of the approach and its likely impact on practice or thought
- the proposed length

Reviews will normally be the same length as Reports. The Editor -in-Chief may also invite an author to write a Review. Since a Review is intended to be an authoritative statement, a very high standard of presentation will be required both in language and style, and figures.

**Notes** - Short papers (2–4 printed pages, up to 2900 words including Abstract, References, Acknowledgements and Figure Legends) should combine the results and discussion, and have an abstract of no more than 150 words.

**Perspectives** – short papers which present opinions or novel interpretation of existing ideas may be submitted in Note format. These will be printed as ‘Perspectives’. Headings may be chosen to suit the style of the Perspective.

**Comments and Responses** - The Editors welcome constructive comments and criticism of papers already published in the journal, where these are in the interests of science. Such manuscripts should be structured and styled in a manner similar to a full-length paper, modified to suit the circumstances. They will be subject to the normal review process. Comments and Responses concerning papers published elsewhere will not be considered, they should properly be sent to the publishing journal.

**Reef Sites** - Reef Sites must not exceed 1 printed page in length. The emphasis is on high quality photograph(s) with a short explanatory text, (include references only if essential). The topic must be scientifically interesting (e.g., an unusual event or phenomenon, or an unexplored reef location). Authors must supply a text file excluding the figures in Word.DOC format, and a proposed layout in Word or PDF format with the figures embedded. The purpose of the layout file is to demonstrate to the Editor that the Reef Site will fit on a single page. The figures must be provided as TIF or EPS files as appropriate (see the instructions on figure preparation below). Digital images are required as these can be uploaded to the website. Authors should contact the Editorial Office for advice where prints or transparencies are involved. The normal word length of a Reef Site should not exceed 450 words including title, references, acknowledgements, and author details.

## **7. Manuscript preparation**

**General remarks** – Authors are strongly encouraged to use the template (DOT file) available from the Journal home page, or the online submission site, this will help to avoid their manuscript being returned for incorrect formatting. The template can be used with MSWord for Windows and Macintosh. All manuscripts are subject to final copy editing by the publisher, after acceptance.

**Language** - Manuscripts should be in English. If English is not your first language we suggest that the text is edited, before submission by an English speaker. If one of your co-

authors is a native English speaker, poorly drafted manuscripts will be returned immediately. Editorial help will only be given to authors who do not have access to an English speaker to assist them.

**Style** – Manuscripts must be written in the third person and the past tense: e.g., “The experiment was conducted...” Do not use “I”, “we”, “our”, etc.

**Spelling** – Coral Reefs accepts both English and American variants of spelling, but manuscripts must be consistent throughout.

#### **Configuration and Layout -**

- **Format:** - Word. DOC
- **Font:** - Times New Roman is preferred as this converts best to the PDF proof.
- **Line Spacing:** - double space the abstract, main text, and legends. Single space and hanging indent the Reference List. Single space the body of any Table.
- **Line and Page Numbering** – **do not use**, this will be automatically created in the online PDF proof.
- **Cite each figure and table** at the appropriate point, numbered consecutively.
- **Running head and Headers and Footers** – **do not use**
- **Headings:** If you do not use the template, your main headings should be in lowercase bold letters using a large font. Use bold normal sized font for sub-headings; and further subheadings may be used as long as their order is clear (e.g., use italics or bold italics). Headings should be kept short. Do not number headings and subheadings.
- **Species names:** must be in italics; the genus is written in full at the first mention in the Abstract and again in the main text and the figure and table legends, and abbreviated thereafter.
- **All Abbreviations and Acronyms:** Should be defined at first mention in the Abstract, and again in the main body of the text and thereafter use only the abbreviation. Do not use a list of abbreviations at the beginning of the manuscript. In exceptional cases abbreviations may be included as one of the Tables.
- **Appendices:** If there is more than one appendix, they should be numbered consecutively.
- **Footnotes:** Essential footnotes to the text should be numbered consecutively and placed at the bottom of the page to which they refer. In general, avoid the use of footnotes.
- **Units:** Use standard SI units. Relations or concentrations (e.g. mg per l) must be given as ‘mg l<sup>-1</sup>’ (not ‘mg/l’). This applies to text, tables and graphs. Units of time should be expressed as s, min, h, d, yr; do not abbreviate ‘week’ or ‘month’. Use hh:mm for time of day, not ‘am’ or ‘pm’, e.g., 0900 hrs, 2300 hrs.
- **Means and Standard deviations / standard errors:** If you present results as means with either the standard deviation or standard error make it clear which you are reporting. E.g., 300 ± 20.5 cm (mean ± SD). Similarly if you are reporting a range or a confidence interval say so.

- **Date Format:** Use English date formats, i.e., 3rd March 2005; 1–3 March 2003, between 1 and 3 March 1980, 1 March to 1 April (not 1 March –1 April), March 1980 to August 1981, March–April 1991.

## **8. Order of Manuscript/ Section Formats**

The Word.doc file must contain all of the following sections. Any requirement to enter the Author details, Abstract, Keywords, or legends on the manuscript submission site is additional and is used as ‘metadata’ during the review process.

**Title Page** – The first page should contain the following information:

- A concise and informative title
- Names of the authors
- Affiliations and addresses of authors
- E-mail address, telephone and fax numbers of communicating author
- **Keywords** - 4 to 6 key words are required for indexing purposes.

**Title** – Titles should accurately reflect the content of the paper. *Coral Reefs* is a scientific publication, and ‘eye catching’ titles are generally inappropriate.

**Abstract** - Reports and Reviews must be preceded by a single paragraph abstract presenting the most important results and conclusions in **no more than 300 words**. **Notes should have a short abstract of up to 150 words**. Abstracts must not contain literature cites, or excessive data. Omit ‘introductory’ statements that summarize previous work and avoid statements that do not identify actual findings. Summarise, rather than advertise both the important findings and their significance.

**Introduction** - The Introduction should state the purpose of the investigation in the context of earlier studies. A short review of the pertinent literature is generally appropriate, not a dissertation. The Introduction should conclude with a statement of the scientific hypothesis to be tested / purpose of the study. Do not report the findings of the study in the Introduction.

**Materials and methods** - This section should give sufficient information for the methodology to be critically evaluated. Descriptions of the study site should appear in this section.

**Results** - The Results should describe the outcome of the study.

**Discussion** - The Discussion should explain and interpret the results in the context of other published research and may be used to present concepts or theories based upon the findings.

**Do not use a ‘Conclusion’ or ‘Summary’ section.**

**Acknowledgements** - These should be brief. Any grant that requires acknowledgement may be mentioned. The names of funding organizations should be written in full. Authors are responsible for ensuring that all persons named in the Acknowledgments section know and agree to being identified there (since it may be interpreted as endorsement of the data or conclusions).

**Reference List** - see below for further details

**Figure Legends** – see below for further details

## **9. References**

**Text Citations** - In the manuscript text, references should be cited by the author and year e.g., (Hammer et al. 1993; Hammer 1994; Hammer and Sjöquist 1995; Brown 2000, 2004; Jones 1995 a, b) and listed in year order first, followed alphabetically for references with the same year. Please note the correct punctuation; use ‘and’ where there are two authors and ‘et al.’ for multiple authors. Do not use italics. References should be separated by semicolons, multiple references by the same author are separated by a comma. Where a cite needs to be differentiated in the text, use ‘a’ or ‘b’: e.g., Smith et al. 1999a, b, and include the ‘a’ or ‘b’ in the Reference List.

**Reference List** - The list of References should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. It should be in alphabetical order. Where there are multiple papers by the same first author, the correct order is; single author papers, followed by two author papers, three author papers, etc., and by year within each group. Always show all the names of the authors in the Reference List – do not abbreviate to ‘et al.’

**Abstracts, ‘In preparation’, or ‘submitted’ or ‘in review’** are not acceptable; all are ‘unpublished’. Do not include unpublished citations in the Reference List.

**Unpublished data** – the citation of unpublished material or data is generally not acceptable and will be removed by the Editorial Office during the initial checks. Do not use your manuscript to include previous unpublished data of your own unless you are willing to subject it to full peer review. If necessary this can be done by means of ESM (see below) where the same standards of reporting and review apply. If an author considers that there are sound reasons that the manuscript should be allowed to contain unpublished material then a case must be made in the covering letter. The Editor will consider this submission as part of the pre-review.

**Commercial Software** - do not list normal commercial software in the Reference List, however, include any unusual or specialist software which is otherwise difficult to locate.

**Personal communications** - should only be mentioned in the text, together with the initials and name of the correspondent. Keep personal communications to a minimum. They are the exception rather than the rule.

**Reports, Newsletters, Magazines** - Do not cite articles from magazines, newsletters (e.g., Reef Encounter, Eos) or newspapers. Reports of Government and International Organisations, learned bodies, Non Governmental Organisations are normally acceptable, but these should be readily accessible.

**Theses** – Ph.D. theses may be cited, but the inclusion of unpublished data from these sources will be carefully reviewed, and may not be acceptable. M.Sc. theses may only be cited if they have been subject to external examination and are readily available either on the internet on a permanent website or through Inter Library Loan. Undergraduate theses are not acceptable. Authors must give full details of the availability of any thesis in the covering letter.

## **10. Reference List Formats**

Correct punctuation is required in References – e.g., no spacing between authors initials, comma between multiple authors, no stops after journal abbreviated names.

**ENDNOTE bibliography users** – an output style is available to download from the submission web site, please use this. Authors should still check the format of both the in text cites and the Reference List because the EndNote styles cannot be made comprehensive.

**Journals** - Do not include issue numbers unless each issue is paginated separately from the volume.

Risk MJ, Sammarco PW, Edinger EN (1995) Bioerosion in *Acropora* across the continental shelf of the Great Barrier Reef. *Coral Reefs* 14:79–86

Conley DJ, Schelske CL, Stoermer EF (1993) Modification of the biogeochemical cycle of silica with eutrophication. *Mar Ecol Prog Ser* 101:179-192

Goreau TJ (1977) Coral skeletal chemistry: physiological and environmental regulation of stable isotopes and trace metals in *Montastrea annularis*. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 196:291-315

Use abbreviated journal titles in the BIOSIS format – a list (in MSExcel format) of the 8,000 most common titles and their abbreviations is available from the submission website. If your journal is not listed use the link to the website and carry out a search. Where a journal is not listed the name is given in full.

**Articles with a Digital Object Identifier (DOI) but not yet published in print or where there are no page numbers**

Gooseff MN, McKnight DM, Lyons HJ, Blum RJ (2002) Weathering reactions and hyporheic exchange controls on stream water chemistry in a glacial meltwater stream in the McMurdo Dry Valleys. *Water Resour Bull* 38 [doi: 10.1029/2001WR000834]

**Books and Technical Reports**

Sorokin YI (1993) *Coral reef ecology*. Springer, Heidelberg

Food and Agriculture Organization (FAO). 2001. *Global forest resource assessment 2000: Main report*. FAO Forestry paper 240, FAO, Rome

Do not capitalize book titles: i.e., “Coral reef ecology” NOT “Coral Reef Ecology”. Capitals should only be used for proper names or where convention requires. You should aim to provide sufficient detail to enable a reader to locate the book/report. Each publication will have been produced in a different way so there can be no hard and fast rule.

**Theses and dissertations (use the term thesis)**

Coppard SE (2002) Morphological and ecological differences between species of the echinoid genera. Ph.D. thesis, University of London, p 82

**Chapters**

Bosence DWJ (1991) Coralline algae: mineralization, taxonomy, and palaeoecology. In: Riding R, Jones FR (eds) *Calcareous algae and stromatolites*. Springer, New York, pp 98–113

**International Coral Reef Symposia** - The International Coral Reef Symposia are treated as a special case by the journal and are shown as follows:

Steven ADL, Broadbent AD (1997) Growth and metabolic responses of *Acropora palifera* to long-term nutrient enrichment. *Proc 8th Int Coral Reef Symp* 1:867–872

**Other Conference Proceedings** - For conference proceedings other than the Coral Reef Symposia, please give the title of the proceedings in full, e.g.,

Lough JM (2001) Perspectives on global climate change and coral bleaching: 1997 -1998 sea surface temperatures at local to global scales. Proceedings JAMSTEC International Coral Reef Symposium: Coral Reef Biodiversity and Health as Indicators of Environmental Change. Science and Technology Agency, Japan Marine Science & Technology Center, Tokyo, pp 215 -229

You should aim to provide sufficient detail to enable a reader to locate the proceedings. Each conference will have been published in a different way so there can be no hard and fast rule.

**Websites** - The citing of websites should be avoided because of their temporal nature. The Editorial Office will verify that websites are sufficiently permanent as part of the reference check carried out after submission.

Stewart SR (2005) Tropical cyclone report: Hurricane Ivan. National Hurricane Center. <http://www.nhc.noaa.gov/2004ivan.shtml>

**Articles In Press** - If a reference does not yet have page numbers, the DOI may be added in lieu (see above), or the paper should be cited as 'in press' as follows: (Note: For 'in press' citations, authors will be expected to give the publication details when they receive the proofs for correction from the publisher.)

Simberloff D (2006) Flagships, umbrellas, and keystones: is single -species management passé in the landscape era? Biol Conserv 'in press'

Or

Simberloff D (in press) Flagships, umbrellas, and keystones: is single -species management passé in the landscape era? Biol Conserv

Where the year is not known.

## 11. Reporting Statistical Results

- **Significance and threshold values** - a result is *significant* if the P value is less than a preset threshold value . In Coral Reefs should normally be set at 0.05. If a result is *significant*, the P value can be reported in the text or a table, together with the F -stat, e.g., F1, 24=5.6, p=0.001. It is equally acceptable to use p<0.05, or <0.01 etc.
- **Terminology** - do not use terms such as *highly* and *extremely significant* where p<0.01 or 0.001 respectively, it will be for the reader to assess the relative importance of the result. Also do not use *almost significant* or *just not significant* where p>0.05.
- **Non significant P values** – authors should consider whether a non significant result may have been the result of a lack of statistical power and whether this might affect the interpretation of their results. In these circumstances it is acceptable to report a p value greater than 0.05, at the same time you must report the power and explain the context of the result. In all other cases, simply report “X was not significantly different from Y”.
- **Beyond significance** - think beyond 'significance', by asking the question: “My results are statistically significant but are they scientifically important or even interesting?” For example statistics will detect extremely small differences where

large Ns have been used, e.g., in flow cytometry, but do these very small differences have any meaning?

## **12. Figures** - (see the [submission website](#) for a more detailed guide to figure formats and computer programs used to produce them)

### **Do not embed your figures in the manuscript.**

Please prepare your figures very carefully; poor figures in particular are a principal source of delay and additional work in the review and production process. Each figure will be checked by the Editorial Office before the manuscript enters the review process. Obvious errors or poor quality will be returned to the author at this stage. Manuscripts will only be accepted into review when the Editorial Office is satisfied that they are publication quality, this avoids unnecessary work for Editors and Reviewers and disappointment for authors.

**Figures must be presented, each in its own file, correctly formatted (see below).**

### **Composite Figures**

Where a figure contains several parts, these must always be presented as a single composite. Lowercase letters (a, b etc.) must be used to identify figure parts both in the figure and in the manuscript text, and the figure legend. If the composite involves both halftones (e.g., photographs) and line art (graphs or line drawings) the correct format is an EPS file with the halftone as an embedded raster (bitmap) image and the remaining line art and text mark up in VECTOR format. The vector drawing programs such as Adobe Illustrator and Corel Draw should be used to do this. Composites containing only halftones and some mark up can be prepared in image processing software (e.g., Photoshop) and submitted as TIF files.

### **Figure Legends**

These should be typed **at the end of the manuscript**, and must be brief, self-sufficient explanations of the illustration. Always give any species name or acronyms in full where they first appear in each legend. Do not include 'results' in the legend. N.B. The legends that you enter as 'metadata' on the submission site when you upload each figure are automatically placed next to the figure in the PDF and HTML proof; they are used to help the reviewer, not as the definitive legend. (**Tip:** copy and paste your legends from your manuscript file into the metadata, and then insert any special formatting.)

### **Graphs and Line Drawings**

Prepare as VECTOR format line graphics and store in EPS format (with TIF preview). Adobe Illustrator is the preferred program to create EPS files. Please do not draw with hairlines; the minimum line width is 0.2 mm (i.e., 0.567pt) relative to the final size. Use Open Type fonts or convert fonts to paths or outlines.

If a line drawing cannot be computer generated it may be captured by scanning and inserted as a bitmap into an EPS file. The scan should be composed at 800dpi or greater relative to final size, before inserting in the EPS file. Please bear in mind that any bitmap images embedded in an EPS file cannot be edited by the journal office, or the printer. Any alterations required, however minor, will have to be returned to the author. Where possible any text, etc., should be added in vector EPS format. Programs such as Adobe Illustrator and Corel Draw can also be used to vector trace and vector paint embedded bitmaps, but the end result will depend on the initial bitmap quality.

Graphs should be prepared using a good scientific graphing program which can save/export the graph direct to an EPS file. We cannot accept scanned graphs other than in exceptional circumstances with prior approval from the Editorial Office.

Figures composed of part photograph and extensive line art (whether colour or black and white) should be submitted in EPS format where the photograph will be in bitmap format (at 300dpi) and the line art/text in vector. If the figure only contains a very small amount of line art, e.g., scale bars and labels, it may be prepared as a photograph (see below).

**In EPS figures, the edges of lines and text should be crisp when viewed at high magnification 'on screen'. Pixelly or fuzzy edged line art will not be suitable.**

### **Maps**

These should be prepared as for Line Drawings. They should include a scale and a compass orientation. Latitude and Longitude should be expressed in degrees, minutes, and where necessary, seconds together with N/S and E/W. They must include some text mark up to identify important features.

### **Photographs**

Black and White, and Colour photographs should be saved in TIF format (Colour as RGB 8 bits per channel, B&W as greyscale) Scan/ save at 300dpi. Use scale bars and embedded text and annotations as required. Several figures or figure parts should be grouped in a plate on one page. Where there is extensive annotation it is better to use an EPS format (see above) adding the mark up in VECTOR text. TIF figures are preferred at the size of one or two column widths (either 8.6 or 17.6 cm). The maximum printed page height is 23.6 cm. **Authors should prepare any TIF figures at the intended final size, and view and run a test print prior to submission. If all parts of the figure can be clearly seen in the printed version this will be a good indication that the figures will be acceptable.**

### **Colour Figure Printing Costs**

Coral Reefs does not charge for colour figures in either the online or printed version of the journal. However, the Editors will assess in each case whether the use of colour is justified.

### **13. Tables**

Tables must be submitted separately from the text in a single Word.DOC file for all the tables together. **Legends must be included in the table file next to each table to which they refer.** Tables legends should be brief and include any species names or acronyms in full together with an explanation of any abbreviation or symbol (e.g., asterisks for significance value) used in that table. Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters. Double line space the legends and single space the table content. Care should be taken to produce well designed layouts.

**N.B.** There is no need to enter the 'metadata' (caption/legend) in the file details tab on Manuscript Central for Word.DOC tables. This facility is provided for other journals who configure their tables in a different way.

### **14. Electronic Supplementary Material**

Electronic supplementary material (ESM) for an article printed in this journal will be published and be permanently available to subscribers on Springer's website. Prepare any



ESM in a similar format to the main manuscript. In the printed article, reference should be given to the ESM and vice versa.

ESM may consist of:

- Original data that relate to the paper, e.g., tables, additional illustrations (colour and black/white), etc.
- Information that is more convenient in electronic form.
- Information that cannot be printed: e.g., animations, video clips, or sound recordings.
- There is no charge for colour in ESM.

### **15. Proofreading**

Authors will be notified by e-mail once the printer's proofs are available online. Full instructions are provided at the time. The author is entitled to formal corrections only. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship are not allowed without approval. In such circumstances please contact the Editor -in-Chief before returning the proofs to the publisher. After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

### **16. Offprints, Free copy**

50 offprints of each contribution are supplied free of charge to the corresponding author. Additional offprints may be purchased. An order form is sent to authors with the proofs and contains full details.

# **AUSTRAL ECOLOGY**

## Austral Ecology

A Journal of ecology in the Southern Hemisphere

[Published on behalf of The Ecological Society of Australia \(ESA\)](#)

**Edited by:**

Michael Bull

**Print ISSN:** 1442-9985

**Online ISSN:** 1442-9993

**Frequency:** Eight times a year

**Current Volume:** 32 / 2007

**ISI Journal Citation Reports® Ranking:** 2006: 51/114 (Ecology)

**Impact Factor:** 1.771

[Top](#) **Author Guidelines**

*...Quick links...*

- [Exclusive Licence Form](#) (new Copyright Assignment Form)
- [Guidelines for electronic figures](#)

### Manuscript Submission

*Austral Ecology* is now using Manuscript Central for online submission and peer review. As of 27 October, all new manuscripts must be submitted using Manuscript Central. Manuscripts submitted before this date are currently being considered and will follow the previous process.

To submit a manuscript, please follow the instructions below.

#### Getting Started

1. Launch your web browser (Internet Explorer 5 or higher, Netscape 7 or higher, Firefox 1.0.4 or Safari 1.2.4) and go to the *Austral Ecology* Manuscript Central homepage (<http://mc.manuscriptcentral.com/aec>).
2. Log-in or click the "Create Account" option if you are a first-time user of Manuscript Central.
3. If you are creating a new account.
  - After clicking on "Create Account", enter your name and e-mail information and click "Next". Your e-mail information is very important.
  - Enter your institution and address information as appropriate, and then click "Next."
  - Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID). Click "Finish".
4. If you have an account but have forgotten your log in details, go to "Password Help" on the *Austral Ecology* Manuscript Central homepage and enter your email address. The system will send you a temporary password. Use this to log into the system and set a permanent password.
5. Log-in and select "Author Center."

### Submitting Your Manuscript

6. After you have logged in, click the "Submit a Manuscript" link in the menu bar.
7. Enter data and answer questions as appropriate.
8. Click the "Next" button on each screen to save your work and advance to the next screen.
9. You are required to upload your files.\*
  - Click on the "Browse" button and locate the file on your computer.
  - Select the designation of each file in the drop down next to the Browse button.
  - When you have selected all files you wish to upload, click the "Upload Files" button.
10. Review your submission (in PDF format) before sending to the Journal. Click the "Submit" button when you are finished reviewing.

\*Please note: This journal does not accept Microsoft Word 2007 documents at this time. Please use Word's "Save As" option to save your document as an older (.doc) file type.

You may suspend a submission at any phase before clicking the "Submit" button and save it to submit later. After submission, you will receive a confirmation e-mail. You can also access Manuscript Central any time to check the status of your manuscript. The Journal will inform you by e-mail once a decision has been made.

### Getting Help With Your Submission

Each page of the Manuscript Central website has a 'Get Help Now' icon connecting directly to the online support system at <http://mcv3support.custhelp.com>. Queries can also be e-mailed to [support@scholarone.com](mailto:support@scholarone.com) and telephone support is available 24 hours a day, 5 days a week through the US ScholarOne support office on: +1 434 817 2040, ext 167. If you do not have Internet access or cannot submit online, the Editorial Office will help with online submissions. Please contact the Editor - Email: [michael.bull@flinders.edu.au](mailto:michael.bull@flinders.edu.au); tel: +61 8...; fax: +61 8 8201 3015

Authors are encouraged to visit the [Blackwell Publishing website for authors](#) which details further information on the preparation and submission of articles and figures and gives access to the Blackwell *house style* guide.

### **Acceptance**

The acceptance criteria for all papers are the quality and originality of the research and its significance to our readership. Except where otherwise stated, manuscripts are peer reviewed by at least two anonymous reviewers and the Editor. The Editorial Board reserves the right to refuse any material for publication and advises that authors should retain copies of submitted manuscripts and correspondence as material cannot be returned. Final acceptance or rejection rests with the Editorial Board.

### **Criteria used for accepting a manuscript**

1. The paper can describe studies in terrestrial, aquatic or marine habitats. They can be at a local, regional or global scale but should be set in a broad ecological context, and contribute new information towards some general question. Specifically, we do not publish papers that simply describe an ecosystem or a local ecological pattern. Nor do we publish papers that ask ecological questions that are only relevant to some local region (e.g. how does fire affect plant communities in the Mount Lofty Ranges, South Australia), although local studies that can make new contributions to broader generalizations can be accepted.
2. A review paper should not just list all of the relevant publications but should provide insights, by some novel synthesis or analysis, of trends that can be revealed from previously

published research.

3. The paper should ask questions relating to the patterns observed in ecosystems, at the level of the individual organism, the population, the ecological community or the landscape. The study might be motivated by either basic or applied research questions. Sometimes those questions and the derived explanations will have relevance to ecosystem management issues, but the papers in *Austral Ecology* should focus on the science in the study. The results of the study might form the basis for management or policy recommendations, which should be submitted to alternative publishing outlets.

4. Normally the paper should relate to ecosystems in the Southern Hemisphere, although general theoretical papers are acceptable, as are those with a Northern Hemisphere basis, but that have implications for Southern Hemisphere ecosystems.

5. Papers can cover a broad range of ecological topics from landscape ecology and ecosystem dynamics to individual population dynamics and behavioural ecology.

6. The paper needs a logical structure with a specific question that is addressed by the methods and analysis.

7. Conclusions need to be supported by the results presented.

8. Studies need to be well supported by appropriate statistical analyses that are reported in sufficient detail to allow readers to assess the rigour of the conclusions. Where replication is impractical, the implications for interpretation should be acknowledged.

### **Submission of Manuscripts**

All articles submitted to the journal must comply with these instructions. Failure to do so will result in return of the manuscript and possible delay in publication.

Manuscripts should be written so that they are intelligible to the professional reader who is not a specialist in the particular field. Where contributions are judged as acceptable for publication on the basis of scientific content, the Editor or the Publisher reserves the right to modify typescripts to eliminate ambiguity and repetition and improve communication between author and reader. If extensive alterations are required, the manuscript will be returned to the author for revision.

### **Covering letter**

Papers are accepted for publication in the journal on the understanding that the content has not been published or submitted for publication elsewhere. This must be stated in the covering letter.

Papers describing experiments that involve procedures that could cause pain, discomfort or reduced health to vertebrate animals must be demonstrated to be ethically acceptable and, where relevant, conform to the national guidelines for animal usage in research.

### **Pre-submission English-language editing**

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission to improve the English. A list of independent suppliers of editing services can be found at [www.blackwellpublishing.com/bauthor/english\\_language.asp](http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/english_language.asp). All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

### **Author material archive policy**

Authors who require the return of any submitted material that is accepted for publication

should inform the Editorial Office after acceptance. If no indication is given that author material should be returned, Blackwell Publishing will dispose of all hardcopy and electronic material two months after publication.

### **Copyright**

Papers accepted for publication become copyright of the Ecological Society of Australia and authors will be asked to sign an Exclusive Licence Form. In signing the Exclusive Licence Form it is assumed that authors have obtained permission to use any copyrighted or previously published material. All authors must read and agree to the conditions outlined in the Exclusive Licence Form, and must sign the form or agree that the corresponding author can sign on their behalf. Articles cannot be published until a signed Exclusive Licence Form has been received.

### **Preparation of the Manuscript**

Submissions should be printed, doubled-spaced, on one side only of A4 paper. The top, bottom and side margins should be 30 mm. Laser or near-letter quality print is essential. All pages should be numbered consecutively in the top right hand corner, beginning with the title page, and lines should be numbered consecutively on each page. New paragraphs should be indented. The hyphenation option should be turned off, including only those hyphens that are essential to the meaning.

### **Style**

The journal uses UK spelling and authors should therefore follow the latest edition of the Concise Oxford Dictionary. All measurements must be given in SI units as outlined in the latest edition of Units, Symbols and Abbreviations: A Guide for Medical and Scientific Editors and Authors (Royal Society of Medicine Press, London).

Abbreviations should be used sparingly and only where they ease the reader's task by reducing repetition of long, technical terms. Initially use the word in full, followed by the abbreviation in parentheses. Thereafter use the abbreviation. At the first mention of a chemical substance, give the generic name only. Trade names should not be used.

### **Review Articles**

Review articles that are brief, synthetic and/or provocative are occasionally commissioned by the Editors. These submissions are reviewed under the journal's usual standards. It is normal for there to be some negotiation between the invited author and the commissioning Editor about the content and timing of any invited submission. Please contact the Editors if you would like to write such a review. Unsolicited review manuscripts may also be considered.

### **Short Notes and Comments**

The journal welcomes commentaries on the substance of previously published papers. Such contributions must be short and to the point, with adequate support for the issues being raised. Authors of papers being criticized or commented upon are usually given a right of brief reply.

### **Parts of the manuscript**

Manuscripts should be presented in the following order: (i) title page, (ii) abstract and keywords, (iii) text, (iv) acknowledgements, (v) references, (vi) tables (each table complete with title and footnotes) and (vii) figures with figure legends.

Footnotes to the text are not allowed and any such material should be incorporated into the text as parenthetical matter.

### **Title page**

The title page should contain: (i) the title of the paper; (ii) the full names of the authors; (iii) the addresses of the institutions at which the work was carried out, as well as the present address of any author if different from that where the work was carried out; and (iv) the full postal and email address, plus facsimile and telephone numbers, of the author to whom correspondence about the manuscript, proofs and requests for offprints should be sent.

The title should be short, informative and contain the major key words. A short running title (less than 40 characters, including spaces) should also be provided.

### **Abstract and key words**

Articles must have an abstract that states in 300 words or less the purpose, basic procedures, main findings and principal conclusions of the study. The abstract should not contain abbreviations or references. The names of organisms used should be given.

Five key words should be supplied below the abstract for the purposes of indexing.

### **Text**

Authors should use the following subheadings to divide the sections of their manuscript: Introduction, Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References .

**Introduction:** This section should include sufficient background information to set the work in context. The aims of the manuscript should be clearly stated. The introduction should not contain either findings or conclusions.

**Methods:** This should be concise but provide sufficient detail to allow the work to be repeated by others.

**Results:** Results should be presented in a logical sequence in the text, tables and figures; repetitive presentation of the same data in different forms should be avoided. The results should not contain material appropriate to the Discussion.

**Discussion:** This should consider the results in relation to any hypotheses advanced in the Introduction and place the study in the context of other work. Only in exceptional cases should the Results and Discussion sections be combined.

### **Species nomenclature**

When the generic or specific name of the major study organism(s) is first used, the taxonomic family or affiliation should also be mentioned, both in the abstract and in the body of the text.

### **Acknowledgements**

The source of financial grants and other funding should be acknowledged, including a frank declaration of the authors' industrial links and affiliations. The contribution of colleagues or institutions should also be acknowledged.

Upon its first use in the title, abstract and text, the common name of a species should be followed by the scientific name (genus and species) in parentheses. However, for wellknown

species, the scientific name may be omitted from the article title. If no common name exists in English, the scientific name should be used only.

### **References**

The Harvard (author, date) system of referencing is used. Consult a recent issue of the journal for the referencing format.

Personal communications, unpublished data and publications from informal meetings are not to be listed in the reference list but should be listed in full in the text (e.g. A. Smith, unpublished data, 2000).

### **References in Articles**

We recommend the use of a tool such as [EndNote](#) or [Reference Manager](#) for reference management and formatting.

EndNote reference styles can be searched for here:

<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>

Reference Manager reference styles can be searched for here:

<http://www.refman.com/support/rmstyles.asp>

### **Tables**

Tables should be self-contained and complement, but not duplicate, information contained in the text. Tables should be numbered consecutively in Arabic numerals. Each table should be presented on a separate sheet of A4 paper with a comprehensive but concise legend above the table. Tables should be double-spaced and vertical lines should not be used to separate columns. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses; all abbreviations should be defined in footnotes. Footnote symbols: †, ‡, §, , should be used (in that order) and \*, \*\*, \*\*\* should be reserved for P values. The table and its legend/footnotes should be understandable without reference to the text.

### **Figures**

All illustrations (line drawings and photographs) are classified as figures. Figures should be cited in consecutive order in the text. Each figure should be labeled on the back in very soft marker or chinagraph pencil, indicating name of author(s), figure number and orientation. Do not use an adhesive label. Figures should be sized to fit within the column (78 mm), intermediate (118 mm) or the full text width (165 mm).

Line figures should be supplied as sharp, black and white graphs or diagrams, drawn professionally or with a computer graphics package; lettering should be included.

Photographs should be supplied as sharp, glossy black and white photographic prints and must be unmounted. Individual photographs forming a composite figure should be of equal contrast, to facilitate printing, and should be accurately squared. Photographs need to be cropped sufficiently to prevent the subject being recognized, or an eye bar used; otherwise, written permission to publish must be obtained. Magnifications should be indicated using a scale bar on the illustration.

If supplied electronically, graphics should be supplied as high resolution (at least 300 d.p.i. at the final size) files, saved in .eps or .tif format. A high-resolution print-out must also be provided. Digital images supplied only as low-resolution print-outs cannot be used.



### **Colour figures**

Colour photographs should be submitted as good quality, glossy colour prints. A charge of A\$1100 for one to three colour figures and \$550 for each extra colour figure thereafter will be charged to the author.

In the event that an author is not able to cover the costs of reproducing colour figures in colour in the printed version of the journal, *Austral Ecology* offers authors the opportunity to reproduce colour figures in colour for free in the online version of the article (but they will still appear in black and white in the print version). If an author wishes to take advantage of this free colour-on-the-web service, they should liaise with the Editorial Office to ensure that the appropriate documentation is completed for the Publisher.

### **Figure legends**

Legends should be self-explanatory and should incorporate definitions of any symbols used. All abbreviations and units of measurement should be explained so that the figure and its legend is understandable without reference to the text. (Provide a letter stating copyright authorization if figures have been reproduced from another source.)

### **Supplementary material**

*Austral Ecology* cannot publish large tables of data, such as detailed species lists, and encourages authors to provide summary data to illustrate the trends. At the same time we recognise the importance of providing access to primary data. We offer authors the opportunity to lodge appendices with data relating to their paper at an *Austral Ecology* site within the web site of the Ecological Society of Australia.

Authors wanting to take this offer should contact the Executive Officer of the Ecological Society of Australia at [ExecutiveOfficer@ecolsoc.org.au](mailto:ExecutiveOfficer@ecolsoc.org.au) with their table(s) of data. They will be given a web address where the information will be stored. Authors should then cite this address in the body of their paper when referring to the data. Authors should nevertheless include any such appendices with their original submissions.

### **Proofs, Offprints and Page Charges**

#### **Proofs**

Notification of the URL from where to download a Portable Document Format (PDF) typeset page proof, associated forms and further instructions will be sent by email to the corresponding author. The purpose of the PDF proof is a final check of the layout, and of tables and figures. Alterations other than the essential correction of errors are unacceptable at PDF proof stage. The proof should be checked, and approval to publish the article should be emailed to the Publisher by the date indicated; otherwise, it may be signed off on by the Editor or held over to the next issue.

Acrobat Reader will be required in order to read the PDF. This software can be downloaded free of charge from the Adobe web site: Click [here](#). This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Authors should therefore supply an email address to which proofs can be emailed. Proofs will be faxed if no e-mail address is available. If absent, authors should arrange for a colleague to access their email, retrieve the PDF proof and check and return them to the publisher on their behalf.

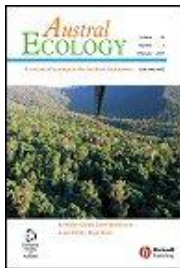
## Offprints

A PDF file of the final version of the paper will be provided free of charge. The PDF file is for the authors' personal or professional use, for the purposes of scholarly or scientific research or study. Extra printed offprints may be purchased if required.

## Page charges

Page charges of A\$11.00 per printed page will be levied on each article appearing in the journal (not including thesis abstracts and book reviews). These charges are payable to Blackwell Publishing Asia Pty Ltd and will be invoiced when page proofs are sent to the authors. This procedure notwithstanding, no paper will be rejected or given any extraordinary treatment on the basis other than its scientific merit. Contributors not in receipt of institutional or grant-based support may apply to the Managing Editor for exemption from page charges.

Top 



# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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