

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

**DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE *Stegastes fuscus* (Pomacentridae;
Actinopterygii) E SUA RELAÇÃO COM O SUBSTRATO NO LITORAL SUL DE
PERNAMBUCO**

LEONOR GARCIA VARES

Recife, 2015

LEONOR GARCIA VARES

**DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE *Stegastes fuscus* (Pomacentridae;
Actinopterygii) E SUA RELAÇÃO COM O SUBSTRATO NO LITORAL SUL DE
PERNAMBUCO**

ORIENTADORA: DRA. MARIA ELISABETH DE ARAÚJO

CO-ORIENTADORA: DRA. SIMONE RABELO DA CUNHA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Oceanografia Biológica.

Recife, 2015

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

- V296d Vares, Leonor Garcia.
Distribuição e abundância de *Stegastes fuscus* (Pomacentridae; Actinopterygii) e sua relação com o substrato no litoral sul de Pernambuco / Leonor Garcia Vares. - Recife: O Autor, 2015.
47 folhas, il., gráfs., tabs.
- Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisabeth de Araújo.
Coorientadora: Profa. Dra. Simone Rabelo da Cunha
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2015.
Inclui Referências.
1. Oceanografia. 2. Herbívoros. 3. Macroalgas. 4. Peixes-donzela. 5. Recifes costeiros. I. Araújo, Maria Elisabeth de. (Orientadora). II. Cunha, Simone Rabelo da. (Coorientadora). III. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG/2015-172

**DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE *Stegastes fuscus* (Pomacentridae;
Actinopterygii) E SUA RELAÇÃO COM O SUBSTRATO NO LITORAL SUL DE
PERNAMBUCO**

Apresentação à Banca Examinadora em: 26/02/2015

Data de Aprovação: 26/02/2015

Prof^a. Dr^a. Maria Elisabeth de Araújo (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco-UFPE

Prof^a. Dr^a. Simone Rabelo da Cunha (Co-orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco- UFPE

Dr^a. Caroline Vieira Feitosa (Membro Titular Externo)
Universidade Federal do Ceará- UFC

Dr. Thiago Nogueira de Vasconcelos Reis (Membro Titular Externo)
Universidade Federal de Pernambuco- UFPE

Dr. Jesser Fidelis de Souza-Filho (Membro Titular Interno)
Universidade Federal de Pernambuco- UFPE

Recife, 2015

“Felicidade é quando o que você pensa, fala e faz, estão em harmonia. A força não provém da capacidade física, provém de uma vontade indomável.”

Mahatma “Bapu” Gandhi

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmão, por todo apoio, palavras de incentivo, força, por sempre acreditarem em mim e estarem ao meu lado, mesmo a quilômetros de distância. Vocês são minha base, meu maior tesouro, motivo de orgulho, me fazem sempre querer mais, buscar o melhor como pessoa e como profissional, amo vocês.

Ao meu irmão em especial... obrigada Gui por ter me ajudado com tantas figuras e tabelas, por ter aprendido a mexer em um *software* estatístico sozinho, só pra me ajudar no meu momento de desespero. Você é meu melhor amigo, meu caçula, meu tudo, te amo.

Aos amigos distantes, mas sempre presentes, e que sempre me apoiaram em minhas escolhas, meus objetivos, minhas mudanças, minhas loucuras. Um carinho e agradecimento especial ao Rodrigo, por ter feito parte dessa jornada mesmo distante, e ter me apoiado e ajudado tanto, sua amizade foi essencial.

À minha orientadora Profa. Dra. Maria Elisabeth de Araújo, por ter me aceitado como aluna e depositado tanta confiança em mim sem ao menos me conhecer. Obrigada por ter sido uma “mãe”, uma colega de trabalho, uma professora maravilhosa. Obrigada por ter me puxado de canto várias vezes; as conversas, os conselhos, as broncas e as risadas me ajudaram muito em minha adaptação e a superar diversos problemas pessoais que enfrentei nessa jornada.

À minha co-orientadora Profa. Dra. Simone Rabelo, primeiramente pelo convite, e por acreditar que eu seria capaz de desenvolver um projeto junto aos colegas do IMAT. Obrigada pela paciência, pelos conselhos, pelas broncas e puxadas de orelha, obrigada pelo carinho, pela amizade e por me ensinar tanto. Com certeza hoje sou uma mulher mais madura e levarei muita experiência de vida por esses dois anos em que morei em Recife. Ao Prof. Dr. Humber por toda a ajuda e atenção.

Aos membros da banca examinadora, Dra. Caroline Vieira Feitosa, Dr. Thiago Nogueira de Vasconcelos Reis e Dr. Jesser Fidelis de Souza-Filho, por aceitarem o convite em participar da avaliação deste projeto e colaborarem com seus conhecimentos.

Ao Walter, por ter sido tão paciente comigo, me ajudado em muitos momentos, me acalmado nos momentos de desespero. Obrigada pela ajuda, pela amizade, pelas risadas (que foram muitas, as lembranças serão eternas), obrigada por ter me acompanhado ao longo desse projeto e ter colaborado com seu conhecimento, as dicas foram mais do que válidas, você me ensinou muito.

Ao Daniel... sem palavras. Um profissional excelente, um colega sem igual. Obrigada por toda a ajuda e todo o conhecimento compartilhado. Obrigada pela amizade e por estar sempre disposto a ajudar no que fosse preciso.

Aos colegas do Laboratório de Ictiologia Marinha Tropical (IMAT), por me aceitarem e recepcionarem desde o início. Em especial ao Claudio (prefiro Cabelo), por ter me

ajudado no projeto, por ter sido amigo e por ser essa pessoa tão especial. Obrigada a todos que fizeram parte dessa jornada, Felipe, Danise, Vinny, Belinha, Rafael, Fernanda, Alyssa, Nicole, Henrique, Beth Cabral, Sidney, Zé Renato...

Ao Programa de pós-graduação em Oceanografia (PPGO) da UFPE, e aos professores e funcionários do Departamento. À CAPES pela concessão da bolsa, e ao projeto PELD – Zonas Costeiras.

Aos colegas e amigos de Recife, pessoas maravilhosas que fui conhecendo ao longo do caminho e que me apoiaram e incentivaram, deram força e sempre acreditaram em meu potencial... Débora, Raíssa, Alanna, Paulo, Thays, e todos que fizeram parte dessa jornada, a amizade de vocês foi incrível, levarei para o resto da minha vida.

RESUMO

Os peixes herbívoros apresentam elevada densidade em ambientes recifais, exercendo uma grande influência sobre a diversidade, abundância e distribuição de algas no ecossistema. Devido ao sucesso adaptativo obtido através da herbivoria e do seu comportamento territorialista, o gênero *Stegastes*, particularmente a espécie *S. fuscus* (Cuvier, 1830) é bastante representativa e característica desses ambientes. Este estudo teve como objetivo avaliar a distribuição e abundância desta espécie e sua relação com o substrato no litoral sul de Pernambuco. Foram selecionados 9 pontos amostrais nos recifes costeiros de Porto de Galinhas, Serrambi e São José da Coroa Grande, sendo 3 pontos em cada praia. A caracterização de cada ponto teve como base as medidas de profundidade, grau de abertura, rugosidade do substrato, e distância da linha praial. As coletas de dados foram efetuadas de jan/12 a fev/13 e as amostragens de peixes e algas foram realizadas mensalmente (um ponto amostral de cada praia). Para a amostragem de *S. fuscus* foram posicionados transectos de faixa (20m) para realização do censo visual, 4 na crista recifal e 4 no fundo. Para quantificar a cobertura de macroalgas, em cada transecto de crista foram efetuadas 4 fotografias de amostradores quadrados (20x20cm), que posteriormente foram analisadas através do *software opensource* CPCe. Os itens utilizados foram: algas (folhosas, filamentosas, calcárias e *turf*), cnidários (coral branqueado, coral coberto por algas, *Siderastrea stellata* e *Favia gravis*, *Palythoa* sp., *Protopalythoa* sp. e *Zoanthus* sp.), esponjas, ouriços e tocas; sendo as macroalgas identificadas a nível de gênero, sempre que possível. As relações da abundância de *S. fuscus* com as comunidades de macroalgas e as características estruturais dos pontos foram investigadas por meio de Modelos Generalizados Lineares (GLM), e as análises estatísticas efetuadas utilizando-se o *software opensource* R Core Team (2014). A profundidade média variou entre as praias, sendo os pontos mais profundos encontrados em São José da Coroa Grande e os mais rasos em Serrambi. A maioria dos pontos amostrados foi categorizada como semi-fechado, os pontos mais distantes da linha praial observados em São José da Coroa Grande e os mais próximos em Porto de Galinhas. A composição da cobertura do substrato foi semelhante nas três praias, com dominância de *Jania* spp. e *turf*, seguidas de filamentosas rígidas, *Halimeda* spp. e filamentosas delicadas. Algas folhosas e calcárias crostosas, e tocas, apresentaram valores muito baixos nas coberturas. A população de *S. fuscus* está concentrada na crista recifal e sua abundância não apresentou uma tendência sazonal. Porto de Galinhas teve a maior variabilidade nos dados de peixes e as maiores abundâncias, e em Serrambi os pontos amostrais foram os mais parecidos por praia. Considerando as variáveis significativas de cobertura do substrato e características estruturais do ambiente, o modelo final gerado (GLM) explicou 53,6% da variação na abundância de *Stegastes fuscus*. A distribuição de *S. fuscus* apresentou-se negativamente relacionada com as algas *turf* e *Halimeda*, com maiores abundâncias em locais com menores percentuais de cobertura de ambas, indicando correlação negativa entre eles, e remoção de *turf* por herbivoria. Além do efeito direto, a interação entre variáveis explicativas foi importante para explicar a abundância dos peixes.

Palavras-chaves: Herbívoros. Macroalgas. Peixes-donzela. Recifes costeiros.

ABSTRACT

Herbivorous fishes are very abundant on reef environments and play important roles on seaweeds diversity, abundance and distribution. *Stegastes fuscus* (Cuvier, 1830) is a territorialist herbivorous fish which is very common at coastal reefs. In this study we aimed to evaluate the distribution and abundance of *Stegastes fuscus* and its relationship substrate coverage and complexity at the south littoral of Pernambuco. We selected nine sites at the coastal reefs, 3 at Porto de Galinhas (PG), 3 at Serrambi (SE) and 3 at São José da Coroa Grande (SJ). In each site we measured depth, rugosity, openness degree and distance from the beach line. We sampled from January/2012 to February/2013. In each site we sample *Stegastes fuscus* using uvs (underwater visual survey) along four belt transects (20x2m) at the reef crest and four transects at the reef bottom. In each crest transect we took four pictures using a squared sampler (20x20cm). To quantify the substrate coverage on those pictures, we used the software open source CPCe. The categories of substrate cover we considered were: filamentous algae (delicate and corticated), turf algae, foliose algae, calcareous algae (crustose and articulated), cnidarian bleached coral, algae covered coral, *Siderastrea stellata* and *Favia gravida*, *Palythoa* sp., *Protopalythoa* sp. e *Zoanthus* sp.), sponges, sea urchins, crevices and bare substrate. We identified the algae by genus when it was possible. We investigate the relationship among *Stegastes fuscus* abundance and substrate cover and complexity using generalized linear models (GLM) and the software open source R. São José da Coroa grande presented the higher depths and also the greater distances from the beach line. Serrambi presented de lower depths and Porto de Galinhas presented the smallest distance from the beach line. Most of the sites were categorized as semi-closed reef pools. Substrate coverage were similar among the sites. The dominant cover were the calcareous algae *Jania* and turf, followed by corticated filamentous, *Halimeda* and delicate filamentous. Foliose and crustose algae presented very low coverages. *Stegastes fuscus* population is higher at the reef crest than at the bottom, and presented no seasonal tendency. Porto de Galinhas presented the higher abundances of *Stegastes fuscus* and higher variability among sites. At Serrambi, *Stegastes fuscus* abundance was similar among sites. The turf algae were correlated to *Halimeda*. Using the best model (GLM) adjusted to data, the explanatory variables explained 53,6% of the *Stegastes fuscus* abundance. There was a negative correlation among these algae and *Stesgastes fuscus* abundance, indicating turf algae removal by herbivory. Interactions among explanatory variables were also important to determine *Stegastes fuscus* abundance, indicating multiple effects of the environment.

Key-words: Herbivores. Seaweeds. Damselfish. Coastal reefs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudo: (1) Porto de Galinhas, (2) Serrambi e (3) São José da Coroa Grande. As localizações aproximadas dos 3 pontos amostrais de cada praia estão indicadas pelos quadrados em cada um dos mapas. Imagens: Google Images, 2011. ... 17

Figura 2: Porcentagem de cobertura do substrato nas praias de (A) Porto de Galinhas - PG, (B) Serrambi – SE, e (C) São José da Coroa Grande - SJ; com os respectivos valores de mediana, quartis, valores máximos e valores extremos..... 27

Figura 3: Porcentagem de cobertura do substrato nos pontos amostrais para (A) *Jania* spp.; (B) algas *turf*; (C) algas filamentosas rígidas; (D) *Halimeda* spp. e (E) algas filamentosas delicadas; com os respectivos valores de mediana e quartis. 29

Figura 4: Abundância total de *Stegastes fuscus* considerando os fatores: (A) nível de profundidade, (B) trimestre e (C) praia. 31

Figura 5: Abundância total de *Stegastes fuscus* considerando o fator ponto amostral. 31

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Categorias a nível de gênero e/ou grupos funcionais utilizadas para análise fotográfica no *software opensource* CPCe – *Coral Point Count With Excel Extensions* (KOHLER & GILL, 2006); e categorias utilizadas para análise estatística no *software opensource* R Core Team (2014)..... 21
- Tabela 2:** Caracterização dos 3 pontos amostrais de cada praia: Porto de Galinhas (pgnorte, pgcentro e pgsul), Serranbi (senorte, secentro e sesul) e São José da Coroa Grande (sjnorte, sjcentro e jsul), com base na profundidade (m), grau de abertura, distância da costa (m) e rugosidade (m/m). A profundidade e a rugosidade estão apresentadas com os respectivos valores de média e desvio padrão (DP). 25
- Tabela 3:** Resultado da análise de deviência do GLM para a abundância de *Stegastes fuscus* explicada pela cobertura do substrato e características estruturais dos pontos amostrais..... 32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. METODOLOGIA.....	16
2.1. Área de estudo	16
2.2. Caracterização dos pontos amostrais.....	18
2.3. Coleta e processamento de dados biológicos	18
2.3.1. Amostragem de <i>Stegastes fuscus</i>	19
2.3.2. Amostragem da cobertura do substrato	19
2.4. Análise de dados.....	21
3. RESULTADOS	24
3.1. Caracterização dos pontos amostrais.....	24
3.2. Cobertura do substrato	25
3.3. Abundância de <i>Stegastes fuscus</i>	30
3.4. Modelo Linear Generalizado (GLM)	32
4. DISCUSSÃO	34
5. CONCLUSÕES.....	41
6. REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

Ambientes recifais são formações complexas, estruturas tridimensionais compostas principalmente por carbonato de cálcio secretado pelos organismos marinhos. Caracteriza-se como um ecossistema extremamente rico, com uma complexa rede de habitats, além de uma enorme variedade de nichos ecológicos, abrigando grande diversidade de espécies com diferentes relações. Chegam a ocupar cerca de 0,2% da superfície terrestre, e em torno de 15% do fundo marinho entre 0 e 30 m de profundidade (HAY, 1991; SPALDING *et al.*, 2001; SHEPPARD *et al.*, 2009).

Comunidades coralíneas foram registradas no Brasil desde o Parcel de Manuel Luís, MA (cerca de 0°53' S, 44°16' W) até os recifes de Viçosa, na área de Abrolhos (cerca de 18°01' S, 39°17' W), além de ilhas oceânicas como Atol das Rocas e Fernando de Noronha. Estão distribuídos em sua maior parte na região tropical nordestina, podendo ser constituídas de formações areníticas, e padrões de zonação distintos se comparados a outros locais do mundo. Os recifes de coral se distribuem por cerca de 3.000 km na costa nordeste, desde o Maranhão ao sul da Bahia, e constituem os únicos ecossistemas recifais do Atlântico Sul (MAIDA & FERREIRA, 1995; 1997).

Dentre os organismos recifais, os peixes apresentam grande destaque, tanto por sua elevada diversidade, quanto por seu valor econômico. Os hábitos e comportamentos tróficos dos peixes recifais são também muito diversos, incluindo planctívoros, piscívoros, onívoros, comedores de corais e invertebrados bentônicos sésseis ou móveis, e herbívoros (FERREIRA *et al.*, 2004; NYBAKKEN & BERTNESS, 2005, SHEPPARD *et al.*, 2009). Em função disto, os peixes exercem um papel determinante nestes ambientes, pois afetam fortemente os processos de predação e competição (CHOAT & BELLWOOD, 1991; HAY, 1991).

Os peixes herbívoros, por exemplo, apresentam elevada densidade em ambientes recifais, exercendo uma grande influência sobre a diversidade, abundância e distribuição de algas no ecossistema (HAY, 1991; BRUGGEMANN, 1994; FLOETER *et al.*, 2006). Como consequência, estes peixes afetam a transferência de energia dos níveis de base para os níveis superiores da cadeia trófica (POLUNIN & KLUMPP, 1992). Ao consumir grande parte da produção derivada das algas, esses peixes atuam como mediadores da

competição entre as algas, que crescem mais rápido que os corais (SZMANT, 2001). Porém a supressão de algas através da pastagem possibilita o assentamento de corais. A estabilidade ecológica das comunidades depende das interações entre os predadores e suas presas; qualquer alteração ambiental que afete um dos componentes da comunidade pode alterar o frágil equilíbrio do ecossistema, promovendo a desestruturação das comunidades.

Uma das principais famílias de peixes recifais, Pomacentridae, possui cerca de 300 espécies, diversas quanto aos seus hábitos alimentares; porém a maioria apresenta alguma ingestão de macroalgas em sua dieta (CHOAT & BELLWOOD, 1991). Devido ao sucesso adaptativo obtido através da herbivoria e do seu comportamento territorialista, o gênero *Stegastes* é muito abundante nos recifes tropicais; Ferreira *et al.* (1998; 2004) observaram que indivíduos desse gênero podem compor até 20% da abundância relativa dos peixes nos recifes de Tamandaré, litoral sul de Pernambuco, e podem ocupar até 80% da superfície recifal em seus territórios.

Conhecida como peixe-donzela, a espécie *Stegastes fuscus* (Cuvier, 1830) é bastante representativa de ambientes recifais. Possuem comportamento territorialista muito conhecido, defendendo com agressividade uma pequena porção do recife contra qualquer outra espécie visitante invasora. Esse pequeno território lhes oferece alimento, abrigo contra predadores e espaço para formação de seus ninhos. Esses peixes, baseados em observações visuais, sempre foram tratados como herbívoros por se alimentarem na matriz algal incrustada em rochas e/ou corais (CHOAT & BELLWOOD, 1991; FERREIRA *et al.*, 1998; CECCARELLI *et al.*, 2001). Porém alguns trabalhos realizados com o conteúdo estomacal desses indivíduos demonstraram que existe um elevado grau de onivoria dentro do grupo (CECCARELLI, 2007; FEITOSA *et al.*, 2012).

Os peixes-donzela são conhecidos como “espécies-chave” que mediam a diversidade de algas e a zonação de corais, e estruturam a comunidade bentônica dentro de seus territórios através de suas atividades de alimentação e comportamento (FERREIRA *et al.*, 1998; CECCARELLI *et al.*, 2001; CECCARELLI, 2007). Modificam e influenciam as comunidades de algas, mesoinvertebrados e corais, além da estrutura social de outros peixes herbívoros. Seus territórios são geralmente dominados por algas

filamentosas verdes e vermelhas, oportunistas, e de rápido crescimento e elevada produtividade (FERREIRA *et al.*, 1998).

Na região costeira de Pernambuco estão presentes extensas formações recifais que abrigam elevada biodiversidade de peixes (FERREIRA & CAVA, 2001) e de macroalgas. Segundo Laborel (1969) e Dominguez *et al.* (1990) esses recifes são formados por bancos de arenito que abrigam estruturas calcárias. Esses recifes costeiros geralmente apresentam o topo erodido, com uma crista externa constituída principalmente por algas calcárias e vermetídeos; no topo existem várias áreas cobertas por zoantídeos e colônias esparsas de *Siderastrea stellata* e *Favia gravida*, e no infralitoral estão presentes os corais *Millepora alcicornes*, *Mussismília hartti* e *Montastrea cavernosa* (MAIDA & FERREIRA, 1997).

Nesta região estão localizadas as cidades de maiores densidades populacionais do estado, que vem crescendo fortemente nos últimos anos, tanto devido ao desenvolvimento industrial, quanto turístico (Governo de Pernambuco, 2012). Este crescimento resulta em aumento da utilização dos recifes como áreas de recreação, aumento da pesca, redução da qualidade da água, entre outros aspectos, o que pode afetar fortemente as comunidades de organismos nos recifes, e consequentemente, os ecossistemas adjacentes (COELHO & ARAÚJO, 2011).

O uso da biota tem sido considerado com um excelente indicador do estado de conservação de um ambiente aquático, principalmente a médio e longo prazo. Isto ocorre pois a biota fornece uma medida agregada dos impactos sendo formadas por organismos que apresentam adaptações evolutivas a determinadas condições ambientais e limites de tolerância a diferentes alterações das mesmas (GOULART & CALLISTO, 2003). Assim, os principais métodos para o monitoramento ambiental abrangem o levantamento e avaliação de modificações das características do ecossistema como a riqueza de espécies, os índices de diversidade; abundância de organismos resilientes; estrutura trófica; perda de espécies sensíveis; entre outros (HARRISON & WHITFIELD, 2004; MELO & HEPP, 2008).

Sabe-se o papel que *Stegastes fuscus* desempenha em ambientes de recifes de coral, porém a magnitude da influência desses peixes nas comunidades recifais depende diretamente da sua densidade, tamanho corporal e atividades comportamentais (HIXON

& WEBSTER, 2002). Esses fatores são inter-relacionados e estão diretamente influenciados por variáveis ambientais, tais como a complexidade estrutural do substrato, exposição à atividade de ondas, disponibilidade de recursos alimentares, entre outros. Torna-se necessário entender como esta espécie se distribui no ambiente, ou seja, qual a influência que a comunidade de algas e corais, e as características do próprio ambiente exercem sobre a população de *Stegastes fuscus*.

Este estudo teve como objetivo principal avaliar a distribuição e abundância de *Stegastes fuscus* e sua relação com o substrato no litoral sul de Pernambuco. Para tal, tornou-se necessário:

- Caracterizar os pontos amostrais quanto à complexidade estrutural (rugosidade do substrato, profundidade, grau de abertura e distância da linha praial);
- Identificar e quantificar a cobertura do substrato em cada ponto amostral;
- Avaliar a relação entre a abundância de *Stegastes fuscus*, a cobertura do substrato e sua complexidade estrutural.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

Ao longo da costa de Pernambuco encontram-se diversas formações recifais distribuídas em linhas paralelas à praia, que são classificadas como de recifes arenito-coralíneos do tipo franja, com baixas profundidades (cerca de 6m) na porção do *backreef* (porção mais próxima à costa), pouco material em suspensão e temperatura d'água em torno de 27°C durante a estação de estiagem. A distância do recife para a linha praial varia entre as praias, estando em média dispostos a cerca 0,5 km. O topo dos recifes fica exposto durante a maré baixa, formando piscinas de profundidades e graus de abertura variáveis.

Foram selecionadas 9 piscinas naturais nos recifes costeiros de Porto de Galinhas (08°30'S e 34°60'W), Serrambi (08°34'S e 35°00'W) e São José da Coroa Grande (08°54'S e 34°08'W), no litoral sul do Estado de Pernambuco, sendo 3 piscinas em cada praia (Figura 1). Cada piscina representa um ponto amostral, sendo pgnorte, pgcentro e pgsul para Porto de Galinhas; senorte, secentro e sesul para Serrambi; e sjnorte, sjcentro e sjsul para São José da Coroa Grande. A escolha dos pontos de mergulho foi baseada em saídas piloto realizadas nos recifes das três praias, no período de abril a agosto de 2011.

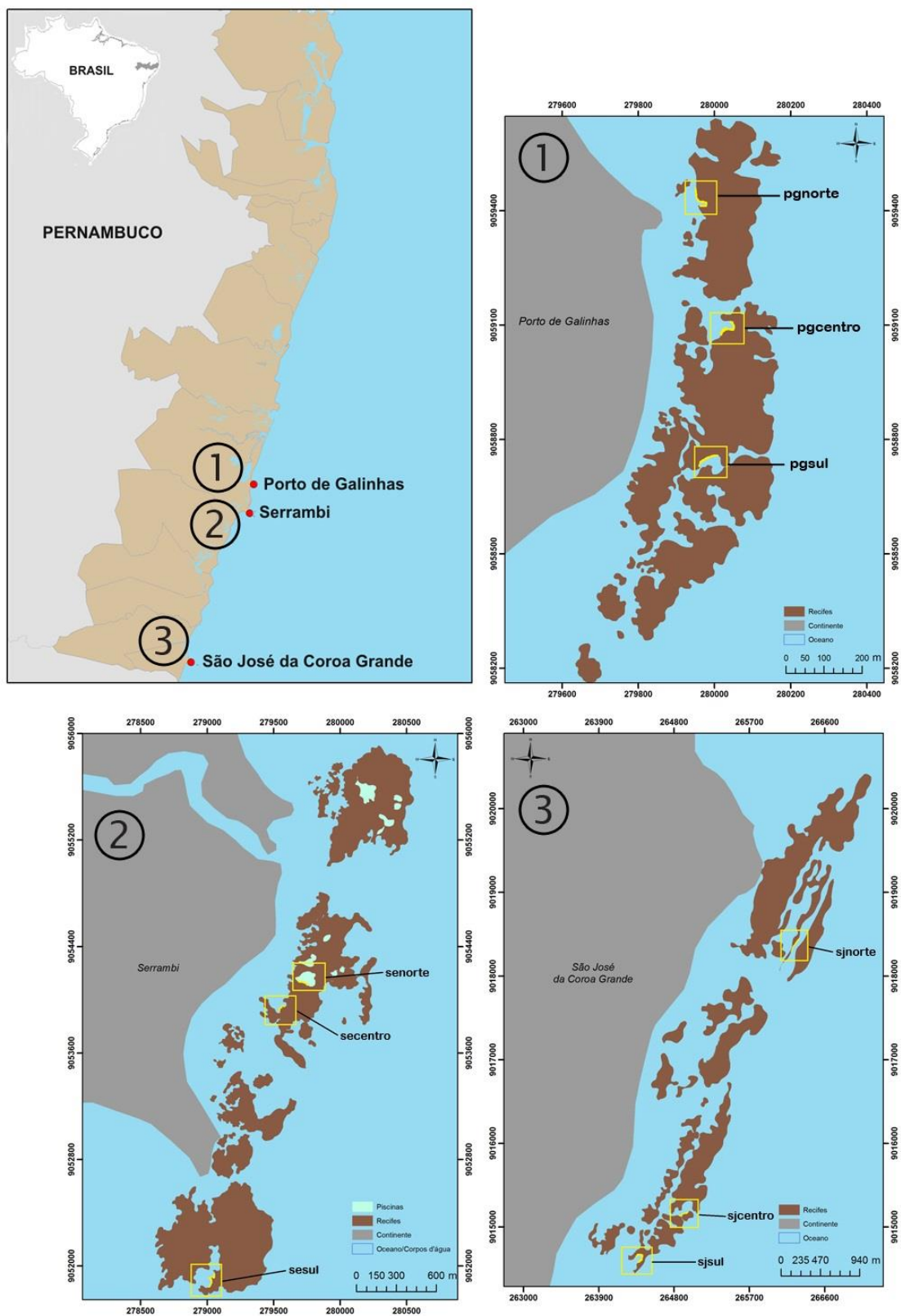


Figura 1: Área de estudo: (1) Porto de Galinhas, (2) Serrambi e (3) São José da Coroa Grande. As localizações aproximadas dos 3 pontos amostrais de cada praia estão indicadas pelos quadrados em cada um dos mapas. Imagens: Google Images, 2011.

2.2. Caracterização dos pontos amostrais

A caracterização de cada ponto amostral teve como base as medidas de profundidade, do grau de abertura, da rugosidade do substrato, e da distância da linha praial.

A profundidade foi mensurada utilizando-se um ecobatímetro digital portátil, com 4 réplicas para cada ponto amostral. A avaliação do grau de rugosidade foi efetuada, também com 4 réplicas, posicionando-se uma trena chumbada no substrato, e contornando-se suas reentrâncias, ao longo de uma linha de 20 m. Em seguida foi medida e calculada a relação entre o comprimento da trena chumbada (indicador da superfície) e a distância percorrida (20 m). Considerando-se 20 metros de comprimento da trena em uma superfície plana, a relação seria de 1. Caso a trena medisse 40 metros em uma área rugosa, o índice seria 2, indicando que neste local há bastante rugosidade do substrato.

A distância da linha praial foi calculada através do *software Google Earth®*; e o grau de abertura para cada ponto amostral foi categorizado em aberto, fechado e semi-fechado. Este último compreende um ponto que, visto de cima, tem um aspecto de uma poça, porém com uma larga abertura evidente que permite a troca constante de água, mesmo na maré de sizígia.

2.3. Coleta e processamento de dados biológicos

Esta pesquisa faz parte de um projeto maior, intitulado “*Peixes como ferramentas para a avaliação do avanço de ações antrópicas na costa sul de Pernambuco*” (financiado pelo CNPq através do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD), processo nº 558286/2009-7), desenvolvido pelo Grupo de Ictiologia Marinha Tropical (IMAT-UFPE).

As coletas de dados descritas a seguir foram efetuadas no período de janeiro de 2012 a fevereiro de 2013. As amostragens de peixes e algas foram realizadas mensalmente, sendo que a cada mês um ponto de cada praia era amostrado. Ao final de um trimestre, os 3 pontos das 3 praias (norte, centro e sul) haviam sido amostrados. Foram

realizadas 36 campanhas, totalizando um período amostral de 4 trimestres (12 meses); cada praia foi completamente amostrada 4 vezes.

Os dados coletados em abril e agosto de 2012 foram excluídos da amostragem, pois a metodologia de censo visual de peixes foi um pouco diferenciada, e as fotografias da cobertura do substrato não estavam com qualidade suficiente para análise no *software*.

2.3.1. Amostragem de *Stegastes fuscus*

Em cada ponto amostral foram posicionados 4 transectos de 20 m de comprimento para realização do censo visual de peixes por transecto de faixa (*belt-transect*), através do mergulho autônomo (modificado de BROCK, 1954). Ao longo dos 20 m, os peixes foram registrados dentro de uma distância de 1 m à esquerda e 1 m à direita da trena. Os mergulhadores iniciavam o censo próximo à faixa de crista recifal (CR), retornando junto ao fundo recifal (FR), totalizando uma área percorrida de 80 m². Os peixes foram identificados visualmente com base na literatura especializada (CARVALHO-FILHO, 1999; HUMANN & DELOACH, 2002; FROESE & PAULY, 2012).

2.3.2. Amostragem da cobertura do substrato

Para a quantificação da cobertura de macroalgas e cnidários foram efetuadas 4 fotografias de amostradores quadrados de 20x20cm, posicionadas sobre cada transecto na área da crista recifal, nas posições 4 m, 8 m, 12 m e 16 m, resultando em 16 fotografias por ponto amostral em cada coleta, em cada praia. A cobertura de macroalgas em cada fotografia foi determinada através do *software opensource* CPCe – *Coral Point Count With Excel Extensions* (KOHLENER & GILL, 2006), que distribui 30 pontos aleatórios em cada foto. A categoria do substrato correspondente a cada ponto foi anotado. A porcentagem de cobertura de cada item foi calculado em uma planilha no excel.

Os itens utilizados para esta análise foram: algas (folhosas, filamentosas, calcárias e *turf*), cnidários (coral branqueado, coral coberto por algas, *Siderastrea stellata*, *Favia gravigra*, *Palythoa* spp., *Protopalythoa* spp. e *Zoanthus* spp.), esponjas, ouriços, tocas e outros. As macroalgas foram identificadas a nível de gênero sempre que possível:

Cryptonemia, *Dictyopteris*, *Dictyota*, *Lobophora*, *Padina*, *Gelidiella*, *Gracillaria*, *Laurencia*, *Hypnea*, *Halimeda*, *Jania* e *Caulerpa*. Nos demais casos, foram categorizadas em grupos funcionais: tapete de algas filamentosas tipo *turf*, algas folhosas não identificadas, algas filamentosas não identificadas, algas filamentosas delicadas, e algas calcárias não articuladas ou crostosas. As categorias utilizadas para análise fotográfica no *software* CPCe e para as análises estatísticas estão listadas na Tabela 1.

As fotos do ponto pgsul de Porto de Galinhas e do ponto secentro de Serrambi, referentes aos meses de setembro e outubro de 2012, respectivamente, foram excluídas das análises pois a qualidade das fotos não era suficiente para realizar a leitura no *software*.

A categoria *turf* foi considerada somente quando sua cobertura era muito densa, o suficiente para impedir a visualização da alga hospedeira. Nos demais casos, a categoria da alga que estava sendo epifitada era considerada, mesmo em muita quantidade de *turf*.

Dentro do contexto deste trabalho, as assembleias conhecidas com “*turfs*” se referem à associações heterogêneas de diversos grupos funcionais (STENECK, 1988). Seguindo as definições de Connell *et. al.* (2014) e Littler & Littler (2011), as algas *turf* correspondem a um tapete de algas de elevada diversidade, detritos orgânicos, diatomáceas e organismos bentônicos marinhos em crescimento, que se associam de forma a facilitar seu desenvolvimento. Este “tapete”, que pode ser escasso ou grosso, é formado por algas de pequeno porte, principalmente filamentosas de rápido crescimento, e agregados de pequenos juvenis de macroalgas com talos que variam de mm a cm de altura (menor que 2 cm), e que aprisionam sedimentos e matéria orgânica, formando uma massa densa. Essas algas filamentosas funcionam como principal fonte de produtividade primárias nos ambientes de recifes de coral, mediando a transição de um ambiente dominado por corais para outro dominado por algas.

Tabela 1: Categorias a nível de gênero e/ou grupos funcionais utilizadas para análise fotográfica no *software opensource* CPCe – *Coral Point Count With Excel Extensions* (KOHLER & GILL, 2006); e categorias utilizadas para análise estatística no *software opensource* R Core Team (2014).

Ítems categorizados	Categorias consideradas para análise estatística	Gênero / Grupos Funcionais (CPCe)
Algas não calcárias	<i>Turf</i>	<i>Turf</i>
	Folhosas	<i>Cryptonemia</i> <i>Dictyota</i> <i>Lobophora</i> <i>Padina</i> Folhosas não identificadas
	Filamentosas Delicadas	Filamentosas Delicadas
	Filamentosas Rígidas	<i>Caulerpa</i> <i>Gelidiella</i> <i>Gracilaria</i> <i>Hypnea</i> Filamentosas não identificadas
Algas calcárias	<i>Jania</i> spp.	<i>Jania</i>
	<i>Halimeda</i> spp.	<i>Halimeda</i>
	Calcária Crostosa	Calcária Crostosa
Cnidários	Cnidários	Coral branqueado
		Coral coberto por alga
		<i>Favia graviora</i>
		<i>Siderastrea stellata</i>
		<i>Palythoa</i>
		<i>Protopalythoa</i>
		<i>Zoanthus</i>
Esponja	Esponja	Esponja
Ouriços	Ouriços	Ouriços
Tocas	Tocas	Tocas
Substrato nu	Substrato nu	Substrato nu

2.4. Análise de dados

Os dados de abundância de *Stegastes fuscus* foram testados quanto à normalidade e homocedasticidade através do Teste de Shapiro-Wilk. Para este teste foi adotada uma probabilidade (p) associada à estatística (W) com um intervalo de confiança de 5% ($p > 0,05$). Os dados de abundância de *S. fuscus* não apresentaram normalidade em sua

distribuição para nenhum dos fatores utilizados (nível crista/fundo, trimestre, praia e ponto amostral). Os dados de cobertura do substrato, na maioria dos casos, também não apresentaram normalidade em sua distribuição.

As relações da abundância de *S. fuscus* com as comunidades de macroalgas e as características estruturais dos pontos amostrais foram investigadas por meio de Modelos Generalizados Lineares (GLM). Todas as análises estatísticas foram efetuadas utilizando-se o *software opensource* R Core Team (2014).

Para uma descrição detalhada dos Modelos Generalizados Lineares recomenda-se McCullagh e Nelder (1989) e Dobson (2002). Como as variáveis respostas nos modelos eram sempre contagens (*i.e.* número de peixes), optou-se pela distribuição de Poisson. Para essa distribuição a função de ligação logarítmica tem sido utilizado com frequência e sucesso (DOBSON, 2002). Os fatores foram também considerados em interações simples de primeira ordem.

A ordem de inserção das variáveis explicativas (categorias de cobertura do substrato e características estruturais dos pontos amostrais) nos modelos foi definida a partir do Critério de Informação de Akaike (*Akaike Information Criterion – AIC*) (AKAIKE, 1974), e do valor de maior deviência explicada em relação à deviência residual. Em relação ao AIC, cujo balanço entre viés e variância é avaliado na procura de um modelo parcimonioso, quanto menor o valor do AIC (menor número de parâmetros e maior deviência explicada), melhor o modelo.

Portanto, para a escolha da ordem das variáveis explicativas, foram ajustados modelos simples testando cada uma delas isoladamente. A variável do modelo com menor AIC e maior deviência explicada foi então listada como a primeira. Para a escolha da ordem das variáveis seguintes, cada uma delas foi testada par a par com a primeira, sendo escolhida aquela cujo valor de deviência explicada no modelo era maior em relação à deviência residual gerada pela primeira variável. Dessa maneira, a ordem de todas as variáveis do modelo foi determinada testando-as com as anteriores.

Nos GLM é possível calcular um índice de significado similar ao coeficiente de determinação (R^2) dos modelos lineares clássicos, que representa a proporção da variação

da variável resposta, eliminada pela inclusão da variável explicativa no modelo. Para os GLMs pode-se calcular o que se chama de pseudo R^2 com base nas reduções das deviências resultantes da inclusão das variáveis explicativas. O pseudo R^2 tem interpretação similar ao coeficiente de determinação por analogia (DOBSON, 2002), e corresponde à explicação gerada por cada variável explicativa.

Escolhida a ordem das variáveis explicativas e gerado um modelo simples, o segundo passo foi gerar um modelo com interações entre as variáveis. A eliminação das interações e variáveis explicativas irrelevantes foi realizada com base na probabilidade p associada à estatística do modelo ($p > 0,05$) e na explicação gerada por cada uma delas (pseudo R^2). Dessa forma foi possível ajustar o modelo final completo mantendo apenas as variáveis e as interações com efeito significativo na explicação da variável resposta.

3. RESULTADOS

Os dados resultantes da presente pesquisa estão organizados nos seguintes tópicos: Caracterização dos pontos amostrais, Cobertura do substrato, Abundância de *Stegastes fuscus* e Modelo Linear Generalizado (GLM).

3.1. Caracterização dos pontos amostrais

As profundidades médias variaram entre as praias, e também entre os pontos amostrais (Tabela 2). Os maiores valores foram observados em São José da Coroa Grande, com profundidade média da praia de $4,5 \pm 1,6$ m, e os menores valores em Serrambi, com profundidade média de $2,0 \pm 0$ m. Em Porto de Galinhas a profundidade média da praia foi de $3,8 \pm 1,6$ m.

Em relação ao grau de abertura, a maioria dos pontos amostrais foi categorizada como semi-fechado. Somente o ponto pgnorte foi considerado como aberto, e pgsul e senorte como fechados.

A distância de cada ponto amostral da linha praial também variou (Tabela 2). Os pontos mais distantes foram observados em São José da Coroa Grande ($910 \pm 79,4$ m); Serrambi apresentou pontos com distâncias intermediárias ($480 \pm 191,6$ m) e Porto de Galinhas os pontos mais próximos à linha praial ($153,3 \pm 47,3$ m).

Os índices de rugosidade do substrato (Tabela 2) não variaram entre as praias, nem entre os pontos amostrais. As praias de Porto de Galinhas e Serrambi apresentaram rugosidade média de $1,65 \pm 0,13$ m/m, e São José da Coroa Grande $1,69 \pm 0,13$ m/m. A maior diferença foi observada entre os pontos pgsul ($1,57 \pm 0,1$ m/m) e sjnorte ($1,77 \pm 0,01$ m/m). Não houve correlação significativa entre profundidade e rugosidade do substrato.

Tabela 2: Caracterização dos 3 pontos amostrais de cada praia: Porto de Galinhas (pgnorte, pgcentro e pgsul), Serrambi (senorte, secentro e sesul) e São José da Coroa Grande (sjnorte, sjcentro e sjsul), com base na profundidade (m), grau de abertura, distância da costa (m) e rugosidade (m/m). A profundidade e a rugosidade estão apresentadas com os respectivos valores de média e desvio padrão (DP).

Praias	Ponto amostral	Profundidade (m)		Grau de abertura	Distância da linha praial (m)	Rugosidade (m/m)	
		Média	DP ($\pm$)			Média	DP ($\pm$)
Porto de Galinhas	pgnorte	2.1	0.3	Aberto	100	1.65	0.2
Porto de Galinhas	pgcentro	5.2	0.7	Semi-Fechado	190	1.70	0.1
Porto de Galinhas	pgsul	1.6	0.2	Fechado	170	1.57	0.1
Serrambi	senorte	1.7	0.2	Fechado	350	1.62	0.2
Serrambi	secentro	2.1	0.4	Semi-Fechado	390	1.62	0.1
Serrambi	sesul	3.1	0.7	Semi-Fechado	700	1.71	0.1
São José da Coroa Grande	sjnorte	5.5	0.8	Semi-Fechado	1000	1.77	0.1
São José da Coroa Grande	sjcentro	3.1	0.4	Semi-Fechado	850	1.71	0.1
São José da Coroa Grande	sjsul	5.7	1.0	Semi-Fechado	880	1.59	0.1

3.2. Cobertura do substrato

Os itens de cobertura analisados correspondentes aos cnidários (coral branqueado, coral coberto por algas, *Siderastrea stellata*, *Favia gravida*, *Palythoa* spp., *Protopalythoa* spp. e *Zoanthus* spp.), esponjas e ouriços apresentaram percentuais de cobertura muito baixos ou inexistentes. Devido sua baixa representatividade, não foram incluídos detalhes destes grupos nos resultados. Os itens de algas (*turf*, calcárias, filamentosas e folhosas) e tocas foram o grupo de cobertura mais representativo.

De uma maneira geral, a cobertura do substrato foi semelhante nas três praias, com dominância da alga calcária *Jania* spp. e algas filamentosas *turf*, seguidas de algas filamentosas rígidas, algas calcárias *Halimeda* spp. e algas filamentosas delicadas. Algas folhosas e calcárias crostosas apresentaram valores muito baixos de cobertura, assim como as tocas (Figura 2).

As algas calcárias *Jania* spp. e as filamentosas *turf* apresentaram a maior porcentagem de cobertura do substrato nas três praias. Os valores de mediana observados para *Jania* spp. foram em torno de 28% de cobertura em PG e SJ, e 30% em SE. Para as algas *turf* cerca de 34% em PG, 25% em SJ e 23% em SE foram encontradas. Algas filamentosas rígidas representaram o terceiro grupo com maior porcentagem de cobertura, com valores de mediana em torno de 16% em PG, 14% em SJ e 8% em SE (Figura 2).

Porto de Galinhas se diferenciou das outras praias em relação à cobertura do substrato em dois grupos (Figura 2): em PG foi observada uma maior porcentagem de algas filamentosas delicadas (mediana em torno de 6%), e a menor porcentagem de *Halimeda* spp. (mediana cerca de 0,5%). Um padrão inverso ocorreu em SE e SJ, onde foram observados os maiores valores de *Halimeda* spp. (mediana em torno de 7%), e os menores valores para algas filamentosas delicadas (medianas entre 3 e 4%). SJ foi a única praia que apresentou cobertura de algas folhosas com maior porcentagem (mediana de cerca de 3%).

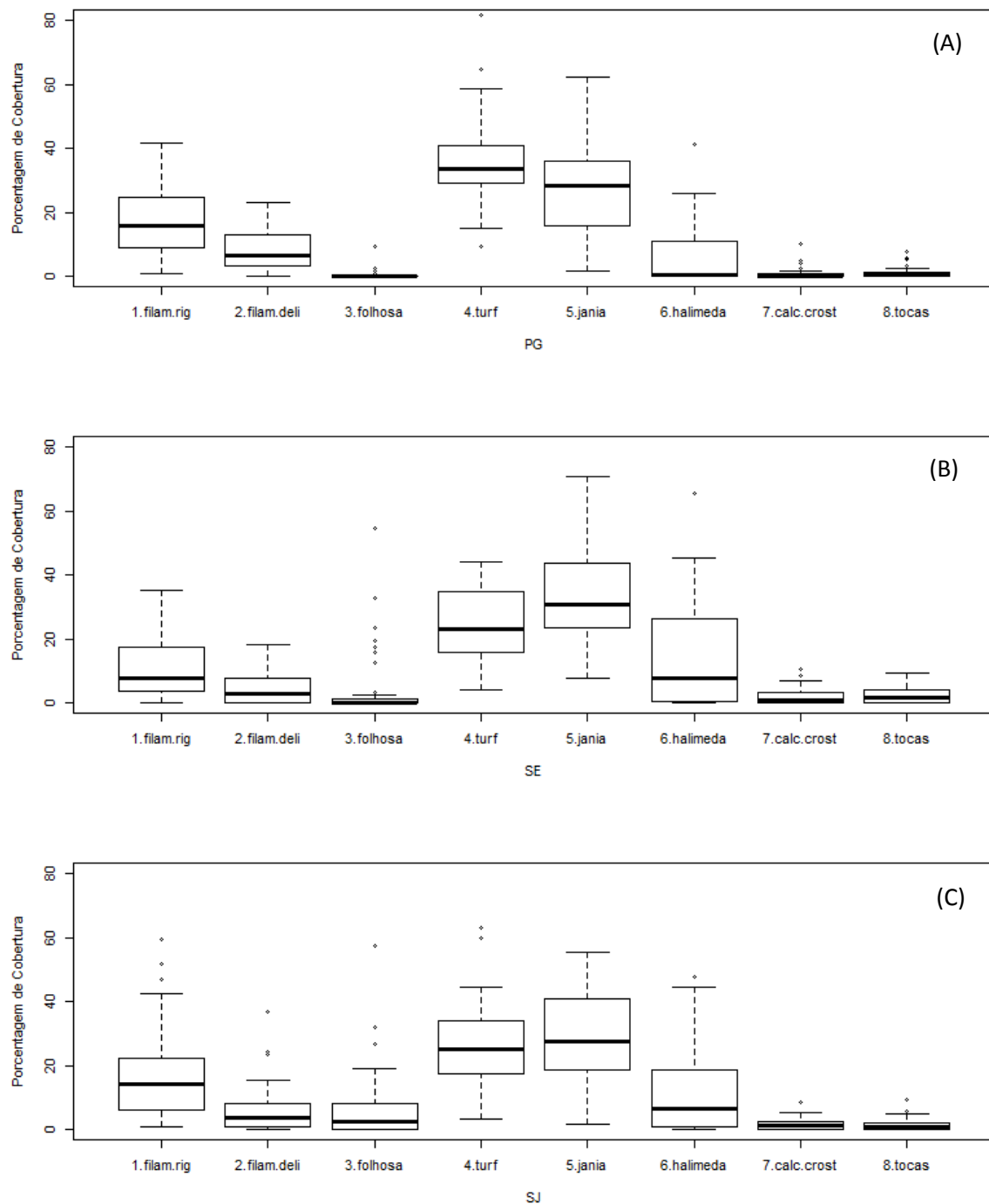


Figura 2: Porcentagem de cobertura do substrato nas praias de (A) Porto de Galinhas - PG, (B) Serrambi - SE, e (C) São José da Coroa Grande - SJ; com os respectivos valores de mediana, quartis, valores máximos e valores extremos. As categorias de cobertura são: algas filamentosas rígidas (1.filam.rig), algas filamentosas delicadas (2.filam.deli), algas folhosas (3.folhosa), algas *turf* (4.turf), *Jania* spp. (5.jania), *Halimeda* spp. (6.halimeda), algas calcárias crostosas (7.calc.crost) e presença de tocas (8.tocas).

Considerando cada ponto amostral individualmente (Figura 3), todos eles apresentaram cobertura de *Jania* spp. com mediana em torno de 30%, exceto sjcentro e pgsul que se diferenciaram dos demais com valores inferiores, de 20% e 11% respectivamente. Em relação às algas filamentosas *turf*, os pontos sesul e sjnorte foram diferentes dos demais, com os menores valores de cobertura, de 15% e 18% respectivamente.

As algas filamentosas rígidas se distribuíram de maneira semelhante em todos os pontos, exceto para senorte, com valor muito baixo de cobertura (aproximadamente 2%) e pgsul, que teve a maior porcentagem (22%). As algas filamentosas delicadas apresentaram os maiores valores de mediana nos pontos pgcentro (10%) e jsul (8%).

As algas folhosas foram representativas somente nos pontos sesul, jsul e sjnorte, com porcentagens de cobertura de 8%, 5% e 3% respectivamente. As algas calcárias *Halimeda* spp. tiveram valores muito baixos de cobertura na maioria dos pontos, exceto senorte, que se destacou dos demais com valor de mediana de 31%, e sjnorte (13%) e sjcentro (10%) com valores intermediários.

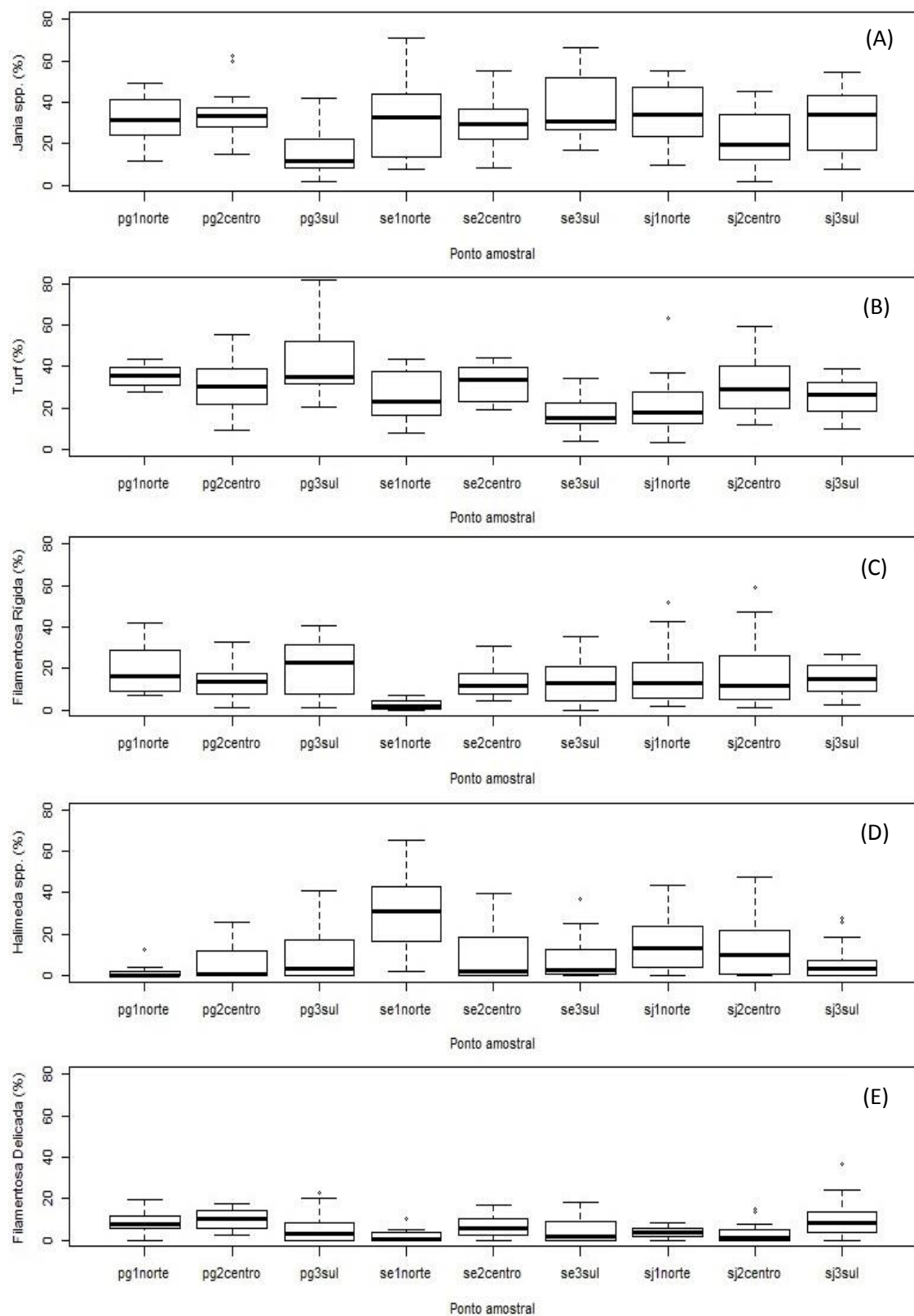


Figura 3: Porcentagem de cobertura do substrato nos pontos amostrais para (A) *Jania* spp.; (B) algas *turf*; (C) algas filamentosas rígidas; (D) *Halimeda* spp. e (E) algas filamentosas delicadas; com os respectivos valores de mediana e quartis.

3.3. Abundância de *Stegastes fuscus*

Durante o período amostral foi contabilizado um total de 6666 indivíduos da espécie *Stegastes fuscus* nas 3 praias, com tamanhos de até 15 cm de comprimento, tanto na crista quanto no fundo dos recifes. Uma análise exploratória (Figura 4) mostrou que a população de *S. fuscus* está concentrada na crista recifal (mediana de 35 indivíduos).

De uma maneira geral a abundância não apresenta uma tendência sazonal na sua distribuição (Figura 4), porém os trimestres 1 e 3 apresentaram as maiores abundâncias de indivíduos (mediana de 18,5), e o trimestre 2 a menor (mediana de 11,5).

Comparando-se as 3 praias (Figura 4), Porto de Galinhas apresentou a maior variabilidade nos dados de peixes: o ponto pgcentro teve as maiores abundâncias (mediana de 47), e o ponto pgsul a menor (mediana de 10,5). Considerando cada ponto amostral (Figura 5), os pontos de Serrambi foram os mais parecidos, com medianas que variaram entre 15,5 (senorte) e 18,5 indivíduos (secentro). A variabilidade nos dados foi um pouco menor em São José da Coroa Grande, com medianas que variaram entre 12 (sjsul) e 22 indivíduos (sjcentro).

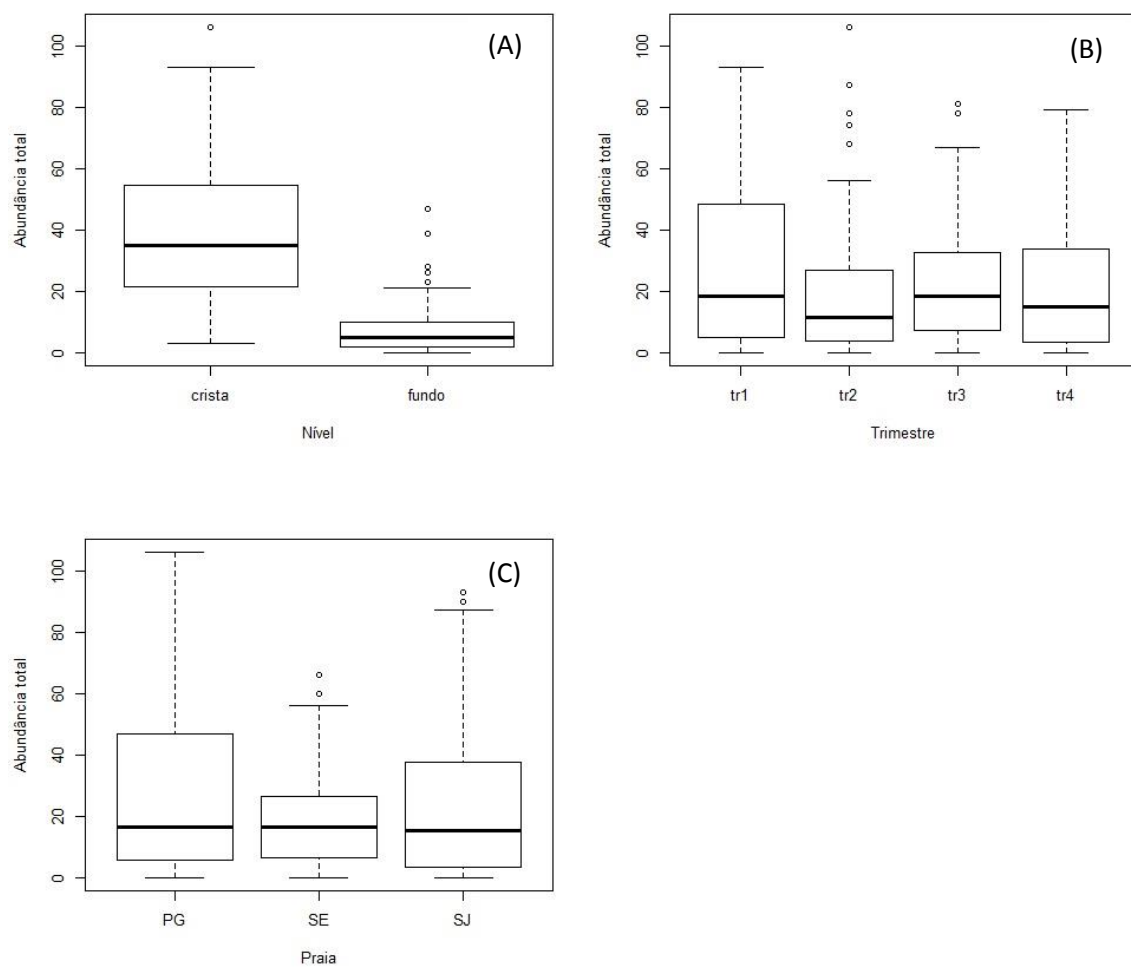


Figura 4: Abundância total de *Stegastes fuscus* considerando os fatores: (A) nível de profundidade, (B) trimestre e (C) praia.

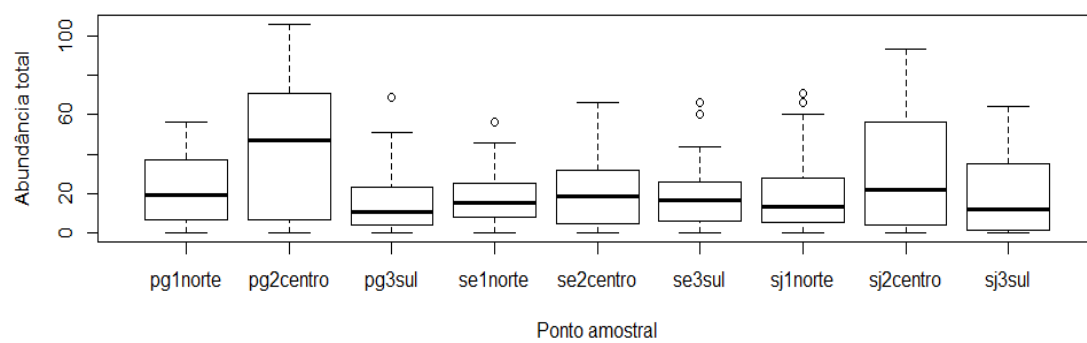


Figura 5: Abundância total de *Stegastes fuscus* considerando o fator ponto amostral.

3.4. Modelo Linear Generalizado (GLM)

Considerando as categorias de cobertura do substrato e as características estruturais dos pontos amostrais que foram significativas, e que apresentaram menor valor de AIC e maiores valores de deviança explicada (Tabela 3), o modelo final gerado explicou 53,6% da variação na abundância de *S. fuscus*. Deste total, o efeito somado das variáveis explicativas consideradas diretamente (sem interação) foi de 24,1%, e o restante da explicação (29,5%) foi consequência das interações entre elas. As variáveis não apresentadas neste modelo são aquelas que não mostraram efeito significativo na análise, e foram excluídas do modelo final. O modelo gerado foi:

GLM = (*Stegastes fuscus* ~ filamentosas delicadas + turf + halimeda + profundidade + distância + trimestre + filamentosas delicadas : distância + filamentosas delicadas : trimestre + turf : profundidade + halimeda : profundidade + profundidade : distância + distância : trimestre, Family = Poisson (link=log)).

As algas filamentosas delicadas explicaram 3,2% da abundância de *S. fuscus*, seguidas por algas filamentosas *turf* (2,8%), *Halimeda* spp. (1,7%), distância (7,0%), trimestre (5,2%) e profundidade (4,0%). As interações de maior importância correlacionam as variáveis profundidade e distância, que gerou 13,8% de explicação dos dados, e *Halimeda* spp. e profundidade, com 5,3% (Tabela 3).

Tabela 3: Resultado da análise de deviança do GLM para a abundância de *Stegastes fuscus* explicada pela cobertura do substrato e características estruturais dos pontos amostrais, considerando as variáveis explicativas e interações de maior importância.

Variáveis explicativas	Efeito	G.L.	Deviança explicada pela variável	G.L. do resíduo	Deviança do resíduo	p - value	Pseudo - R ²	R ² (%)	R ² acumulado (%)
Modelo Nulo		NA	NA	135	1706.2	NA			
Filamentosas delicadas	+	1	54.7	134	1651.5	0.0000	0.032	3.2	
<i>Turf</i>	-	1	48.0	133	1603.5	0.0000	0.028	2.8	6.0
<i>Halimeda</i> spp.	-	1	29.8	132	1573.7	0.0000	0.017	1.7	7.8
Profundidade	+	1	68.0	131	1505.7	0.0000	0.040	4.0	11.7
Distância	+	1	119.0	130	1386.7	0.0000	0.070	7.0	18.7
Trimestre	-	3	88.8	127	1297.9	0.0000	0.052	5.2	23.9
Filam.delicadas:Distância	-	1	44.5	126	1253.4	0.0000	0.026	2.6	26.5
Filam.delicadas:Trimestre	+	3	57.4	123	1196.0	0.0000	0.034	3.4	29.9
<i>Turf</i> :Profundidade	+	1	40.0	122	1156.0	0.0000	0.023	2.3	32.2
<i>Halimeda</i> :Profundidade	+	1	89.6	121	1066.5	0.0000	0.053	5.3	37.5
Profundidade:Distância	-	1	234.6	120	831.8	0.0000	0.138	13.8	51.2
Distância:Trimestre	-	3	40.4	117	791.5	0.0000	0.024	2.4	53.6

As algas *turf* e *Halimeda* spp. tiveram efeito negativo sobre *S. fuscus*, indicando uma correlação negativa entre esses organismos. Já algas filamentosas delicadas tiveram efeito positivo sobre *S. fuscus*, locais com maiores concentrações dessa alga coincidiram com as maiores abundâncias de indivíduos.

Os trimestres 2, 3 e 4 em relação ao trimestre 1 (utilizado como intercepto base no GLM), também tiveram efeito negativo sobre a abundância de *S. fuscus*, neste período o número de indivíduos foi menor quando comparado ao primeiro trimestre (como foi observado na Figura 2).

A distância da linha praial apresentou uma interação negativa com algas filamentosas delicadas, indicando que o efeito dessas algas sobre *S. fuscus* é atenuado com o aumento da distância. Ou seja, nos locais mais distantes esta alga apresenta menor efeito sobre a abundância de *S. fuscus*. A interação entre *Halimeda* e profundidade, e algas filamentosas *turf* e profundidade, gerou um efeito positivo, mostrando que o aumento da profundidade acentua o efeito dessas algas sobre *S. fuscus*.

A distância teve interação negativa também com trimestre, indicando que o aumento da distância atenua a variação temporal na abundância de *S. fuscus*. A profundidade também apresentou interação negativa com a distância, ou seja, com o aumento da profundidade, o efeito da distância sobre a abundância de *S. fuscus* é atenuado.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo mostrou que a população de *S. fuscus* está concentrada na crista recifal, onde sua abundância foi cerca de 7 vezes maior do que no fundo dos recifes. Aparentemente existe uma preferência por menores profundidades, já que os pontos amostrais mais rasos coincidiram com as maiores abundâncias de peixes. Diversos autores citam que os indivíduos do gênero *Stegastes* habitam formações recifais costeiras, com sua maior presença no topo recifal, onde os mesmos defendem seus territórios, encontram abrigo contra seus predadores, acasalam e se reproduzem (CECCARELLI *et al.*, 2001; FEITOSA *et al.*, 2012; MENEGATTI *et al.*, 2003; FERREIRA *et al.*, 1998).

De uma maneira geral a praia de Porto de Galinhas apresentou a maior variabilidade nos dados de peixes e também as maiores abundâncias. As maiores concentrações de indivíduos foram registradas no ponto pgnorte que, apesar de ter sido o único categorizado como aberto, é o local mais raso e mais próximo da linha praial, e corresponde a uma poça recifal frequentemente utilizada por turistas para a prática de atividades de mergulho. O ponto pgsul foi o segundo local com as maiores abundâncias registradas neste estudo, uma poça recifal categorizada como fechada, e que também sofre influência direta dos turistas da região, que caminham pelo topo dos recifes até este local, onde ficam se banhando. Muitas espécies de peixes sentem-se ameaçadas em locais frequentados pelo homem, e acabam migrando para outros locais dos recifes, mas *S. fuscus* parece não sofrer influência com a presença humana. Alguns autores relatam que esta espécie é conhecida por sua grande capacidade de defender seu território em relação aos demais peixes e outros organismos, incluindo o ser humano (MENEGATTI *et al.*, 2003; BARNECHE *et al.*, 2009; FEITOSA *et al.*, 2012).

Por outro lado o ponto pgcentro, que apresentou as menores abundâncias de *S. fuscus* em Porto de Galinhas, é um ponto semi-fechado, que não é utilizado para a prática do mergulho por turistas e que, durante a maré baixa, sofre maiores influências de correntes. Além do banho nas piscinas, os turistas buscam atrair peixes oferecendo-lhes alimento artificial (MACEDO, 2014), e este atrativo influencia a composição íctia do local. Além disso, muitos autores tem reportado a preferência desta espécie por locais abrigados, sendo a exposição a ondas e correntes uma variável que influencia fortemente

seus padrões de distribuição e abundância (CHAVES, 2012; FLOETER *et al.*, 2007; MEDEIROS *et al.*, 2010), uma vez que também exerce influência sobre as comunidades bentônicas. Chaves (2012) investigou a distribuição espacial de espécies do gênero *Stegastes* em relação à exposição de ondas, profundidade e qualidade do substrato em recifes tropicais e subtropicais, e observou que as densidades médias de *S. fuscus* foram maiores em locais abrigados e habitats rasos, sendo o padrão mais pronunciado em ambientes tropicais.

Um recente estudo realizado por Macedo (2014) utilizou peixes bioindicadores (*e.g. Stegastes fuscus*) para avaliar os impactos causados pelas jangadas nos topos e cristas dos recifes de Porto de Galinhas. Os dados coletados pelo autor indicaram uma mudança na estrutura da comunidade íctia situada na crista recifal, com algumas espécies, como *S. fuscus* aproveitando-se dos impactos decorrente das jangadas, que removem a cobertura algal e os organismos que ali vivem, e facilitam o acesso ao alimento. Os pontos deste estudo estão situados muito próximos à área utilizada por Macedo (2014), e embora não tenha a presença de jangadas, a população de *S. fuscus* pode estar sendo beneficiada por esta proximidade e também pela prática do mergulho e turismo, visto que aparentemente muitas espécies de peixes acabam se afastando para outros locais. Este fator poderia estar contribuindo na explicação das maiores abundâncias de indivíduos em Porto de Galinhas, quando comparado aos demais pontos amostrais das outras praias do presente estudo.

Apesar da abundância de *S. fuscus* aparentemente não ter mostrado uma tendência sazonal, o segundo trimestre apresentou as menores abundâncias de peixes, em comparação aos demais. Este trimestre corresponde aos meses de maio a julho de 2012, e de acordo com Maida & Ferreira (2012), os recifes costeiros do litoral de Pernambuco, de clima tropical, possuem regime estabilizado de períodos chuvosos (maio a setembro) e períodos de seca. As menores abundâncias nesse trimestre podem estar relacionadas à influência direta ou indireta das chuvas, particularmente nos pontos amostrais mais rasos ou mais próximos à costa. Esse padrão foi bem evidente em Serrambi, onde os pontos mais rasos deste estudo (senorte e secentro) tiveram as abundâncias de *S. fuscus* muito reduzidas neste período.

O mesmo padrão não ocorreu nos pontos mais profundos e mais distantes da linha praiar, observados em São José da Coroa Grande (sjnorte e jsul), entretanto, este efeito

parece ter sido atenuado. Possivelmente os efeitos das chuvas e das descargas fluviais sobre a abundância de peixes são menos importantes nas áreas recifais com maiores profundidades e maiores distâncias da linha praial. As chuvas poderiam também modificar o ambiente de diferentes maneiras, como aumentando a turbidez da água e a quantidade de material em suspensão, ou até mesmo alterando o padrão de correntes e a própria hidrodinâmica local. Isso não só teria efeito direto sobre a comunidade de algas, que são organismos produtores fotossintetizantes, como também afetaria os próprios peixes do local, que poderiam estar entocados como forma de se protegerem de possíveis predadores, já que sua visibilidade também estaria afetada.

As algas filamentosas *turf* e as calcárias *Jania* spp. foram muito abundantes neste estudo. As fotografias permitiram visualizar que as algas *turf* sempre apareciam muito mais associadas à *Jania* spp. do que aos outros grupos de algas; em muitos casos a cobertura de *turf* sobre *Jania* spp. era tão intensa, que foi considerada como o grupo dominante em diversas fotografias analisadas. Esse fato foi evidente durante o segundo trimestre, pois a quantidade de *turf* foi tão elevada nas amostragens de substrato, que muitas vezes impossibilitava a visualização do tipo de macroalga que estava sendo epifitada. O trimestre com menores registros de indivíduos apresentou a maior porcentagem de cobertura de *turf* e a menor de *Jania* spp., mas isso não significa, necessariamente, que havia menos *Jania* spp. no ambiente, mas sim que a alga considerada durante a análise foi *turf* por estar mais abundante naquele momento.

As maiores abundâncias de *S. fuscus* foram observadas em locais com menores percentuais de cobertura de algas filamentosas *turf*. Provavelmente nos locais onde as densidades de indivíduos eram maiores ocorria maior herbivoria dessas algas, explicando os baixos percentuais de cobertura. Estudos em costões rochosos subtropicais do sudeste da costa brasileira realizados por Ferreira *et al.* (1998), reportaram a preferência de indivíduos do gênero *Stegastes* por algas filamentosas, em especial *Herposiphonia* spp., *Bryopsis* spp. e *Ectocarpaceae* spp., em ambientes onde *S. fuscus* defende territórios em que as algas calcárias *Jania* spp. frequentemente dominam outras espécies de algas.

Essa relação de epifitismo não foi intensa com as algas calcárias *Halimeda* spp. que raramente apareciam cobertas por *turf*. Pelo contrário, até mesmo em situações onde havia cobertura das duas algas calcárias, os bancos de *Halimeda* spp. normalmente eram

os únicos que não estavam sofrendo epifitismo. As algas do gênero *Halimeda* são dotadas de metabólitos secundários que afastam os seus predadores e outras algas oportunistas (HAY, 1991), e apesar de não terem sido tão abundantes quanto *Jania* spp., foram muito frequentes durante as análises, sendo o quarto grupo de maior abundância ao longo do estudo.

As algas filamentosas delicadas não foram muito frequentes ao longo do estudo, sendo mais representativas na praia de Porto de Galinhas, local em que foram observadas as maiores abundâncias de *S. fuscus*. Herbívoros territoriais como os peixes-donzela são amplamente distribuídos e abundantes em ambientes recifais no mundo (CECCARELLI *et al.*, 2001; OSÓRIO, 2006), e um dos principais efeitos observados dentro de seus territórios é o aumento de algas filamentosas, em termos de biomassa e percentual de cobertura (FERREIRA *et al.*, 1998; CECCARELLI, 2001; HATA *et al.*, 2002).

Em quase todos os casos a presença de filamentosas delicadas também estava associada à *Jania* spp. As algas calcárias articuladas, como as do gênero *Jania*, criam um microambiente propício ao desenvolvimento de outros tipos de algas (*e.g.* algas filamentosas delicadas e *turf*), e essa relação foi evidenciada durante as análises fotográficas. Essa relação também é citada por alguns autores, como é o caso dos estudos de Ferreira *et al.* (1998), ao verificar que *S. fuscus* apresentou uma grande ingestão de algas calcárias desse gênero, devido a fatores como a disponibilidade de algas mais palatáveis e do crescimento associado das mesmas entre a estrutura de *Jania* spp., como é o caso das filamentosas *turf*.

Osório (2006), observando os padrões de alimentação e comportamentos territorialistas e agonísticos de *S. fuscus* no Parque Estadual Marinho Areia Vermelha, João Pessoa (PB), constatou que os itens alimentares de maior número de mordidas registradas para a espécie foram as algas *Gellidium* spp., e as calcárias *Amphiroa* spp. e *Halimeda* spp., sendo as duas primeiras as mais representativas. *Gellidium* spp. foi a espécie mais abundante nos recifes costeiros do litoral de João Pessoa, assim como *Halimeda* spp. e *Amphiroa* spp. Apesar de serem de baixa digestibilidade e pobre em nutrientes, foram os itens de maior consumo; talvez a disponibilidade de recursos, e não necessariamente sua qualidade nutricional, seja um fator que explicaria as diferenças existentes entre os itens alimentares consumidos por *S. fuscus* ao longo dos recifes

costeiros tropicais e subtropicais da costa brasileira (OSÓRIO, 2006). Por outro lado, os peixes podem estar mordendo estas calcárias em busca de algas epífitas e pequenos recrutas que se desenvolvem no meio das mesmas, como é o caso das filamentosas delicadas e *turf*, observadas no presente estudo.

Aparentemente *S. fuscus* apresenta seleção negativa para as algas calcárias, que parecem ser evitadas para o consumo (FEITOSA, 2012), fato observado ao longo deste estudo em relação às algas calcárias *Halimeda* spp.. Locais onde havia maiores concentrações desta alga, como foi o caso das praias de Serrambi e São José da Coroa Grande, as abundâncias de *S. fuscus* foram inferiores; ao contrário, a praia de Porto de Galinhas teve a menor de cobertura de *Halimeda* spp. e a maior de filamentosas delicadas, e também as maiores abundâncias de peixes.

A calcificação das algas calcárias atua como uma estratégia para reduzir a herbivoria, tornando-as menos palatáveis para os seus consumidores. Por outro lado, as algas impalatáveis criam um microambiente onde outras algas, que sofrem uma grande pressão da herbivoria podem se desenvolver. Esta diversidade associada à complexa estrutura das algas calcárias, vistas em abundância nos territórios de *Stegastes* spp. pode ser vantajosa para estes peixes (FEITOSA, 2012). De acordo com Osório (2006) este fator provavelmente explicaria a ingestão de algas pobres em nutrientes, como é o caso das calcárias *Halimeda* spp. e *Jania* spp., por peixes-donzela. O pH estomacal de *S. fuscus* é um dos mais ácidos entre os peixes herbívoros, o que talvez explicaria sua capacidade de digerir algas calcárias, tornando-as acessíveis como recurso alimentar (OSÓRIO, 2006; FEITOSA, 2012).

As algas folhosas apresentaram percentuais de cobertura muito baixos ou ausentes no presente estudo, sendo representativas somente em 3 pontos amostrais, porém com porcentagens de cobertura muito baixos. Geralmente quando presentes nas fotografias, elas apareciam como pequenos recrutas, formas juvenis mais delicadas e palatáveis, que são acessíveis aos peixes. Dessa forma é possível que *S. fuscus* esteja se alimentando dessas algas, e impedindo que se estabeleçam e se desenvolvam no ambiente, o que explicaria sua baixa densidade. Essa hipótese corrobora com os estudos de Feitosa *et al.* (2012), que analisando o padrão de alimentação de *S. fuscus* nos recifes costeiros de Tamandaré, e observaram 21 diferentes tipos de algas em seus territórios. Nas suas

análises de conteúdo estomacal registraram mais de 60 itens alimentares, dos quais 78% foram de origem vegetal. As macroalgas representaram grande parte dos itens alimentares ingeridos, e dentre as macroalgas mais consumidas, a preferência foi pelas representantes dos grupos das folhosas, filamentosas e cilíndricas, nesta ordem.

Peixes herbívoros recifais tem papel importante na resiliência destes ambientes por controlarem a abundância e distribuição de macroalgas (SZMANT, 2001); os herbívoros territorialistas como *S. fuscus* são capazes de modificar as comunidades de algas de diferentes maneiras (HATA & KATO, 2003; 2004; CECCARELLI *et al.*, 2004; 2005). Estudos indicam que esta espécie mantém a comunidade algal em estágios sucessivos primários, prevenindo a dominação do ambiente por algas calcárias articuladas, presumivelmente menos palatáveis, ocasionando um aumento da biomassa tanto das algas quanto da criptofauna associada às mesmas (FERREIRA *et al.*, 1998).

Os recifes tropicais da costa brasileira (*e.g.* Tamandaré e Arraial do Cabo) são caracterizados pela dominância de macroalgas, algas crostosas, filamentosas e as calcárias *Halimeda* spp., indicando um ambiente dominado por algas (CHAVES, 2012). Porém alguns trabalhos realizados nos recifes costeiros do litoral sul de Pernambuco mostraram um padrão de cobertura do substrato um pouco diferenciado do observado neste estudo. Maida e Ferreira (1997) observaram que nos recifes de Tamandaré (PE) os territórios de *Stegastes* são amplamente distribuídos ao longo das linhas recifais, porém a cobertura do substrato é composta principalmente por algas filamentosas *turf* e algas calcáreas do tipo *Halimeda opuntia*, além de outros grupos de algas. Feitosa (2012) verificou que as espécies de algas com maiores biomassas observadas nos territórios de *S. fuscus* para a mesma região de Tamandaré foram as calcárias *Halimeda opuntia* e *Jania adhaerens*. O padrão de distribuição de macroalgas no nordeste se caracteriza por um ambiente mais rico em algas vermelhas (*e.g.* espécies de *Amphiroa*, *Gellidium*, *Gracilaria*, *Jania*) que são as predominantes nos mares tropicais (LUCENA *et al.*, 2007; PEREIRA *et al.*, 2007). O padrão relatado nesses estudos corrobora com o observado nos recifes de Porto de Galinhas, Serrambi e São José da Coroa Grande, com dominância de *Jania* spp. e algas filamentosas *turf*, seguidas de algas filamentosas rígidas.

Este trabalho avaliou 3 ambientes recifais costeiros considerados rasos, porém os dados da bibliografia que relatam o fator distância da costa em estudos de distribuição de

peixes utilizam ambientes recifais mais profundos (*e.g.* Atol das Rocas) para comparar com costeiros. Dessa forma, alguns autores, ao considerar um gradiente de distância da costa para os peixes-donzela herbívoros mais abundantes, juntamente com planctívoros e omnívoros, verificaram que é caracteristicamente construído um padrão em que há uma distribuição inversa de herbívoros (*e.g.* *S. fuscus*) para planctívoros e omnívoros (FERREIRA *et al.*, 2001; FLOETER *et al.*, 2007). Considerando a distância dos pontos amostrais da linha praial, de uma maneira geral o que pode ser observado é que o aumento da distância atenuou a variação temporal de *S. fuscus*. Os pontos amostrais em São José da Coroa Grande foram os mais distantes da linha praial, e mesmo durante o período de chuvas, as abundâncias de *S. fuscus* não sofreram tanta variação quanto às observadas em Serrambi (pontos com distâncias intermediárias da linha praial). Outro ponto interessante, é que locais mais distantes da linha praial, como os pontos de Serrambi e São José da Coroa Grande tiveram coberturas muito baixas ou ausentes de algas filamentosas delicadas, e também as menores abundâncias de indivíduos.

Os dados apresentados neste trabalho indicam que variáveis como complexidade dos recifes, cobertura do substrato e composição algal, exposição à ação de correntes e ondas, profundidade e distância da linha praial, são fatores importantes e determinantes na variação espacial e abundância de *Stegastes fuscus*. Esta espécie é amplamente distribuída e previsível, considerando toda esta variabilidade ambiental. No entanto outros fatores, além daqueles aqui abordados, podem contribuir e melhorar na compreensão de como essas variáveis analisadas estão influenciando na distribuição e abundância desses indivíduos.

5. CONCLUSÕES

A espécie *Stegastes fuscus* é muito abundante nos recifes costeiros do litoral sul de Pernambuco; sua população está concentrada na crista recifal e existe uma variação espacial em sua distribuição. A população de *S. fuscus* é fortemente influenciada por diversos fatores, como a cobertura do substrato e composição algal, a complexidade estrutural e rugosidade do ambiente, profundidade e distância da linha praial.

De uma maneira geral, a cobertura do substrato é semelhante nas praias de Porto de Galinhas, Serrambi e São José da Coroa Grande. O padrão de distribuição se caracterizou com dominância da alga calcária *Jania* spp. e algas filamentosas *turf*, seguidas por filamentosas rígidas, calcária *Halimeda* spp. e filamentosas delicadas. Porto de Galinhas se diferenciou das outras praias em relação à dois grupos, com a maior cobertura de algas filamentosas delicadas e a menor de *Halimeda* spp.

As maiores abundâncias de *S. fuscus* coincidiram com os menores percentuais de cobertura de algas filamentosas *turf*, ou seja, nos locais onde há mais herbivoria, este tipo de alga é menos abundante. A praia de Porto de Galinhas apresentou a maior variabilidade nos dados de peixes e também as maiores abundâncias.

O modelo gerado explicou quase 54% da variação na abundância de *S. fuscus*. Este valor ainda é baixo, indicando que outras variáveis podem estar influenciando na distribuição e abundância desta espécie.

6. REFERÊNCIAS

- AKAIKE, H. 1974. A new look at statistical model identification. *IEEE Transactions of Automatic Control* AC, 19: 716-723.
- BARNECHE, D. R. FLOETER, S. R. CECCARELLI, D. M. FRENSEL, D. M. B. DINSLAKEN, D. F. MÁRIO, H. F. S & FERREIRA, E. C. L. 2009. Feeding macroecology of territorial damselfishes (Perciforme: Pomacentridae). *Marine Biology*, 156: 289-299.
- BRUGGEMANN, J. H.; VAN OPPEN, M. J. H., BREEMAN, A. M. 1994. Foraging by the Spotlight parrotfish *Sparisoma viride*. I. Food selection in different, socially determined habitats. *Marine Ecology Progress Series*, 106:41-55.
- BROCK, V. A. 1954. Preliminary Report on a Method of Estimating Reef Fish Populations. *Journal of Wildlife Management*, 18: 297-308.
- CARVALHO-FILHO, A. 1999. Peixes da Costa Brasileira. São Paulo (SP), Melro, Ltda.
- 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.
- CECCARELLI, D. M. 2004 Herbivorous fishes as determinants of the structure of coral reef communities: farmers, foragers and their interactions. Townsville, (PhD thesis) James Cook University.
- CECCARELLI D. M. 2007. Modification of benthic communities by territorial damselfish: a multispecies comparison. *Coral Reefs*, 26:853-866.
- CECCARELLI, D. M.; JONES, G. P.; MCCOOK, J. L. 2005. Effects of territorial damselfish on an algal dominated coastal coral reef. *Coral Reefs*, 24: 606-620.

- CHAVES, L. C. T., ORMOND, C. G., MCGINTY, E. S, AND FERREIRA, B. P. 2012. Space partitioning among damselfishes in the Caribbean coast of Panama: the role of habitat preferences. *Neotropical Ichthyology*, 10(3): 633-642.
- CHAVES, L. C.T. 2012. Padrões de distribuição, idade e crescimento de peixes-donzela (Pomacentridae): uma abordagem de variações espaciais e temporais. Unpublished PHD. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 134p.
- CHOAT, J. H. 1991. The Biology of Herbivorous Fishes on Coral Reefs. In Sale, P. F. *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. 1 ed. London: Academic Press.
- CHOAT, J. H.; BELLWOOD, D. R. 1991. Reef Fishes: Their History and Evolution. In Sale, P. F. *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. 1 ed. London: Academic Press.
- COELHO, C. F., ARAÚJO, M. E. 2011. Divulgação de pesquisas científicas como ferramenta para sensibilização de turistas: o caso da Praia dos Carneiros, Pernambuco, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 11: 247-255.
- CONNELL, S. D.; FOSTER, M. S.; AIROLDI, L. 2014. What are algal turfs? Towards a better description of turfs. *Marine Ecology Progress Series*, 495: 299-307.
- DOBSON, A. J. 2002. *An introduction to generalized linear models*. 2nd Ed. Florida, Chapman & Hall/ CRC.
- DOMINGUEZ, J. M. L; BITTENCOURT, A. C. S. P.; LEÃO, Z. M. A. N.; AZEVEDO, A. E. G. 1990. Geologia do Quaternário Costeiro do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geociências*, 20: 208-215.
- FEITOSA, J. L. L.; COCENTINO, A. L. M.; TEIXEIRA, S. F.; FERREIRA, B. P. 2012. Food resource use by two territorial damselfish (Pomacentridae, *Stegastes*) on South-Western Atlantic algaldominated reefs. *Journal of Sea Research*, 70: 42-49.
- FEITOSA, J. L. L. 2010. Alimentação e ecomorfologia trófica de *Stegastes fuscus* e *S. variabilis* (Actinopterygii: Pomacentridae) nos recifes de Tamandaré, Pernambuco. Unpublished M.Sc. Dissertation, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 63p.

FERREIRA, B. P.; MAIDA, M.; SOUZA, E. T. 1995. Levantamento inicial das comunidades de peixes recifais da região de Tamandaré - PE. Boletim Técnico-Científico do CEPENE, 3(1): 213-230.

FERREIRA, C.; GONÇALVES, J.; COUTINHO, R.; PERET, A. 1998. Herbivory by the Dusky Damselfish *Stegastes fuscus* (Cuvier, 1830) in a Tropical Rocky Shore: Effects on the Benthic Community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 229: 241-264.

FERREIRA, B. P.; CAVA, F.; MAIDA, M. 2001. Composição da Pescaria Recifal Observada na Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, Tamandaré - PE - Brasil. In: Congresso Latino Americano de Ciências do Mar, COLACMAR, San Andrés, Colômbia, 1: 234-237.

FERREIRA, C.; FLOETER, S.; GASPARINI, J.; FERREIRA, B.; JOYEUX, J. 2004. Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. *Journal of Biogeography*, 31: 1093-1106.

FLOETER, S. R.; HALPERN, B. S.; FERREIRA, C. E. L. 2006. Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. *Biological Conservation*, 128: 391-402.

FLOETER, S. R., KROHLING, W., GASPARINI, J. L., FERREIRA, C. E. L., AND ZALMON, I. 2007. Reef fish community structure on coastal islands of Southeastern Brazil, the influence of exposure and benthic cover. *Environmental Biology of Fishes*, 78: 147- 160.

GOULART, M.D; CALLISTO, M. 2003. Bioindicadores de Qualidade de Água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista FAPAM*, Ano II: 153-163.

HARRISON, T.D. & WHITFIELD, A.K. 2004. A multi-metric fish index to assess the environmental condition of estuaries. *Journal of Fish Biology*, 65:683-710.

HATA, H., AND KATO, M. 2002. Weeding by the herbivorous damselfish *Stegastes nigricans* in nearly monocultural algae farms. *Marine Ecology Progress Series*, 237: 227-231.

HATA, H.; KATO, M. 2003. Demise of monocultural algal farms by exclusion of territorial damselfish. *Marine Ecology Progress Series*, 263: 159-167.

HATA, H.; KATO, M. 2004. Monoculture and mixed-species algal farms on a coral reef are maintained through intensive and extensive management by damselfishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 313: 285-296.

HAY, M. E. 1991. Fish-Seaweed interaction on coral reefs: effects of herbivorous fishes and adaptations of their prey. In Sale, P. F. *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. 1 ed. London: Academic Press.

HIXON, M. A.; WEBSTER, M. S. 2002. Density dependence in reef fishes: coral-reef populations as model systems. In Sale, P. F. *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*. New York: Academic Press.

HUMANN, P., DELOACH, N. 2002. *Reef Fish Identification: Florida, Caribbean and Bahamas*. New World Publications, Inc. 3rd Edition, Jacksonville, Florida, 481 p.

KOHLER, K. E., AND GILL, S. M. 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe), A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers and Geosciences* 32, 1259–1269.

LABOREL J. 1969. Les peuplements de Madréporaires des côtes tropicales du Brésil. *Ann. Univ. D'Abidjan, Serie E (Ecologie)*, 3: 260p.

LITTLER, M. & LITTLER, D. 2011. Turf Algae. *Encyclopedia of Modern Coral Reefs Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Hopley, D. (Ed.), Springer Netherlands, 38-39.

LUCENA, L.; KANAWAGA, A.; MARTINS, G.; TARGINO, C.; MIRANDA, G.; HORTA, P. 2007. Levantamento da Flora do Infralitoral do Município de Pitimbú, Litoral Sul do Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(2): 585-587.

MACEDO, C. H. R. 2014. Peixes biondicadores dos impactos causados pelas jangadas no topo e nas cristas dos recifes de Porto de Galinhas (PE). Unpublished M.Sc. Dissertation, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 52p.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. 1997. Coral Reefs of Brazil: an overview and field guide. Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, 1: 263-274.

MEDEIROS, P. R., SOUZA, A. T., AND ILARRI, M. I. 2010. Habitat use and behavioural ecology of the juveniles of two sympatric damselfishes (Actinopterygii, Pomacentridae) in the southwestern Atlantic Ocean. Journal of Fish Biology, 77: 1599–1615.

MELO, A. S. & HEPP, L. U. 2008. Ferramentas estatísticas para análises de dados provenientes de biomonitoramento. Oecologia Brasiliensis, 12(3): 463-486.

MENEGATTI, J.; VESCOVI, D.; FLOETER, S. 2003. Interações agonísticas e forrageamento do peixe-donzela, *Stegastes fuscus* (Perciformes: Pomacentridae). Natureza on line, 1(2): 45-50.

NYBAKKEN, J. W.; BERTNESS M. D. 2005. Marine Biology: An Ecological Approach, Benjamin Cummings, San Francisco.

OSÓRIO, R.; ROSA, I. L.; CABRAL, H. 2006. Territorial defence by the Brazilian damsel *Stegastes fuscus* (Teleostei: Pomacentridae), Journal of Fish Biology, 69: 233-241.

PEREIRA, S. M. B. 2002. Desenvolvimento e situação atual do conhecimento das macroalgas marinhas das regiões nordeste e norte. In: Araújo, E.; Moura, A.; Sampaio, E.; Gestinari, L.; Carneiro J. (Eds) Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE.

PEREIRA, S. M. B.; RIBEIRO, F. A.; BANDEIRA-PEDROSA, M. E. 2007. Algas pluricelulares do Infralitoral da praia de Gaibú (Pernambuco-Brasil). Revista Brasileira de Biociências, 5(2): 951-953.

POLUNIN, N. V. C.; KLUMPP D. W. 1992. A trophodynamic model of fish production on a windward reef flat. 213-233 in D. M. John, S. J. Hawkins J. H. Price, editors. Plant-animal interactions in the marine benthos. Clarendon Press, Oxford.

SHEPPARD, C. R. C.; DAVY, S. K.; PILLING, G. M. 2009. *The Biology of Coral Reefs*. Oxford: Oxford University Press.

SPALDING, M. D.; RAVILIOUS, C.; GREEN, E. P. 2001. *World Atlas of Coral Reefs*. Berkeley: University of California Press.

STENECK, R.S. 1988. Herbivory on coral reefs: a synthesis. *Proc. 6th Int Coral Reef Symp, Townsville*, 1: 34–79.

SZMANT, A. M. 2001. Introduction to the special issue of *Coral Reefs* on “Coral reef algal community dynamics”. *Coral Reefs*, 19: 299-302.