

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA

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.



FABIANA BICUDO CESAR

RECIFE
2004

FABIANA BICUDO CESAR

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.

Orientadora: Dra. BEATRICE PADOVANI FERREIRA

Dissertação apresentada ao Departamento de Oceanografia, da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Biológica.

RECIFE

2004

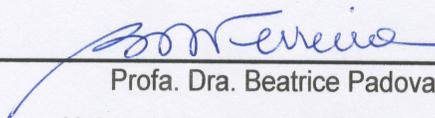
FABIANA BICUDO CESAR

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.

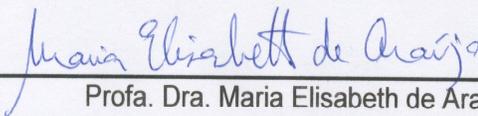
Dissertação apresentada ao Departamento de Oceanografia, da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Biológica.

Aprovada em Agosto de 2004

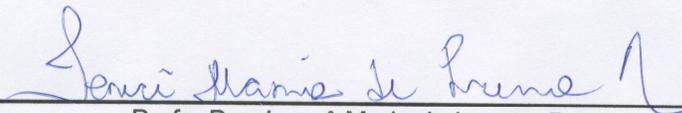
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Beatrice Padovani Ferreira
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE



Profa. Dra. Maria Elisabeth de Araújo
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE



Profa. Dra. Irecê Maria de Lucena Rosa
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

A todos aqueles que, mesmo vivendo em um contexto mundial de exploração dos recursos naturais, trabalham pela conservação da biodiversidade.

AGRADECIMENTOS

À minha querida família, Maria Clara, Edu, Fernanda e Flávia, pessoas que não mediram esforços no incentivo para realização desta minha etapa profissional. Principalmente aos meus pais que sempre me ofereceram as melhores oportunidades e seu amor incondicional. Agradeço por toda a alegria que vocês trazem, mesmo à distância conseguem ser as pessoas mais presentes.

Aos amigos que foram surgindo durante o curso, em especial a Héliida pela ajuda prática e pela amizade durante esta nossa jornada. À Fabiana Vieira, Patrícia, Marcos, Yara, Mirela e Ana Lídia, amizades recentes porém de grande valor. À Caroline, que além de companheira de curso atualmente divide comigo um divertido cotidiano.

À minha orientadora Profa. Dra. Beatrice Padovani Ferreira, a qual me recebeu de braços abertos no Departamento de Oceanografia e no Projeto Recifes Costeiros, pela confiança depositada em meu trabalho e por todo conhecimento que me acrescentou como pessoa e profissional.

Ao amigo Sérgio Rezende por suas palavras de incentivo durante todo meu trabalho e por toda ajuda que me deu de forma prática e teórica, pela amizade e paciência.

Ao Projeto Recifes Costeiros, em especial ao Coordenador Prof. Dr. Mauro Maida pela confiança e por todo apoio prestado. A toda a equipe de técnicos como Telinho, Alberto, Werik, Amaro, Berg e Danilo (pela música nos dias puxados de laboratório), pela convivência e participação em diferentes etapas do trabalho.

Ao Departamento de Oceanografia, e à Coordenação de Pós –Graduação, composta atualmente pela Prof. Dra. Elizabeth Araújo e Prof. Dr. Fernando Feitosa.

À Chefe da Reserva Biológica do Atol das Rocas, Maurizélia Brito, e toda sua equipe. Ao amigo Paulo Oliveira pela oportunidade de conhecer o atol através de seu projeto de Mestrado. Aos amigos que me acompanharam a esta viagem e no dia a dia em Recife, Estevão (autor das fotos do Atol das Rocas), Renata e Breno.

À Marinha do Brasil – SECIRM e à equipe do Comitê Científico do Programa Pró-Arquipélago. Assim como à equipe responsável pelo nosso transporte e segurança durante a permanência no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, além da ajuda durante as coletas no local. À amiga de viagem Vanessa, pela companhia agradável e divertida.

Ao Chefe do Centro Mamíferos Aquáticos – IBAMA/PE, onde trabalho atualmente, por compreender a importância deste curso para minha formação profissional e a todos do CMA que me receberam com toda simpatia.

Ao departamento de Recursos Humanos do IBAMA/Sede.

Ao CNPq pela Bolsa de Mestrado com a qual pude contar durante boa parte deste curso de Pós-Graduação.

Finalmente, em especial a Deus, que sempre me ajudou a escolher as pedras certas para pisar durante todo caminho de minha vida.

SUMÁRIO

1. Introdução

1.1 Ambientes Recifais	14
1.2 Ictiofauna Recifal	16
1.3 Influência do Substrato sobre os Peixes Recifais	18
1.4 Pomacentrídeos	20
1.5 Ilhas Oceânicas e Peixes Recifais	22
1.6 Idade e Crescimento	23
1.7 Espécies Estudadas	24

2. Material e Métodos

2.1 Descrição do Material Biológico	26
2.2 Área de Estudo	
2.2.1 Arquipélago de São Pedro e São Paulo	28
2.2.2 Atol das Rocas	32
2.3 Censos Subaquáticos para Peixes	36
2.4 Censos Subaquáticos para Substrato	38
2.5 Complexidade de Substrato	39
2.6 Coleta e Processamento de Otólitos	40
2.7 Tratamento Estatístico	44

3. Resultados	
3.1 Censos Subaquáticos para Peixes	45
3.2 Censos Subaquáticos para Substrato	48
3.3 Complexidade Espacial do Substrato	52
3.4 Idade e Crescimento	
3.4.1 <i>Stegastes rocasensis</i>	54
3.4.2 <i>Stegastes sanctipauli</i>	60
3.4.3 Parâmetros das curvas de crescimento de <i>S. rocasensis</i> , <i>S. sanctipauli</i> e <i>S. fuscus</i>	66
4. Discussão	
4.1 Características da População	67
4.2 Idade e Crescimento	72
5. Bibliografia	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Números totais de indivíduos por transect	46
Tabela 2. Categorias de substrato no Atol das Rocas e Arquipélago de São Pedro e São Paulo.....	48
Tabela 3. Índice de Rugosidade para Locais Específicos	52
Tabela 4. Parâmetros da Equação de Von-Bertalanffy para as espécies <i>S. rocasensis</i> , <i>S. sanctipauli</i> e <i>S fuscus</i>	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Arquipélago de São Pedro e São Paulo	28
Figura 2. Mapa de localização geográfica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo	29
Figura 3. Baía da Enseada, Arquipélago de São Pedro e São Paulo	30
Figura 4. Fundo da Enseada e <i>Stegastes sanctipauli</i> - Arquipélago de São Pedro e São Paulo	31
Figura 5. Atol das Rocas	32
Figura 6. Mapa de localização geográfica do Atol das Rocas	33
Figura 7. Piscina Falsa Barreta, Atol das Rocas	34
Figura 8. Piscina Barretinha, Atol das Rocas	34
Figura 9. Fundo da piscina Falsa Barreta, Atol das Rocas	35
Figura 10. Realização dos censos visuais através de transects subaquáticos	36
Figura 11. Exemplar de <i>Stegastes rocasensis</i>	40
Figura 12. Exemplar de <i>Stegastes sanctipauli</i>	41
Figura 13. Aquário provisório na Base de Pesquisa do Arquipélago de São Pedro e São Paulo	42

Figura 14. Média de indivíduos por transect em cada local específico estudado	.....46
Figura 15. Frequência de tamanho de <i>Stegastes rocasensis</i>	.....47
Figura 16. Frequência de tamanho de <i>Stegastes sanctipauli</i>	.....47
Figura 17. Composição do substrato na piscina Barretinha, Atol das Rocas	.....48
Figura 18. Composição do substrato na piscina Falsa Barreta, Atol das Rocas	.....49
Figura 19. Composição do substrato na baía Enseada, Arquipélago de São Pedro e São Paulo	.....49
Figura 20. Categorias de substrato e Densidade	.....51
Figura 21. Categoria de Substrato Coral Duro e a Densidade	.....51
Figura 22. Índice de Rugosidade por transect em cada local específico	.....53
Figura 23. Relação entre a Rugosidade e Densidade	.....53
Figura 24. Frequência de tamanho para a amostra de <i>Stegastes rocasensis</i>	.....54
Figura 25. Relação entre medidas de Peso e Comprimento Total para <i>Stegastes rocasensis</i>	.....55
Figura 26. Relação entre medidas de Peso e Idade com otólitos inteiros para <i>Stegastes rocasensis</i>	.....55

Figura 27. Relação entre medidas de Peso e Idade com otólitos seccionados para <i>Stegastes rocasensis</i>	56
Figura 28. Curva de crescimento de <i>Stegastes rocasensis</i> com leitura de otólitos inteiros	57
Figura 29. Curva de crescimento de <i>Stegastes rocasensis</i> com leitura de otólitos seccionados	58
Figura 30. Curva de comparação entre leitura de otólitos inteiros e otólitos seccionados de <i>Stegastes rocasensis</i>	59
Figura 31. Frequência de tamanho para a amostra de <i>Stegastes sanctipauli</i>	60
Figura 32. Relação entre medidas de Peso e Comprimento Total para <i>Stegastes sanctipauli</i>	61
Figura 33. Relação entre medidas de Peso e Idade com otólitos inteiros para <i>Stegastes sanctipauli</i>	61
Figura 34. Relação entre medidas de Peso e Idade com otólitos seccionados para <i>Stegastes sanctipauli</i>	62
Figura 35. Curva de crescimento de <i>Stegastes sanctipauli</i> com leitura de otólitos inteiros	63
Figura 36. Curva de crescimento de <i>Stegastes sanctipauli</i> com leitura de otólitos seccionados	64
Figura 37. Curva de comparação entre leitura de otólitos inteiros e otólitos seccionados de <i>Stegastes sanctipauli</i>	65

RESUMO

Apesar da reconhecida importância do ambiente recifal é consenso entre os cientistas de todo o mundo que estes ecossistemas estão atualmente sob forte pressão e em declínio. Uma parte vital do ecossistema recifal é constituída pela ictiofauna. Estima-se que de 30 a 40% dos peixes marinhos podem ser encontrados nos ambientes recifais. A família Pomacentridae ocupa lugar importante devido a grande abundância apresentada em número e espécies e por possuírem hábitos altamente especializados. Neste trabalho foram analisadas duas espécies do gênero *Stegastes* endêmicas do Brasil: *S. rocasensis*, com maior área de distribuição, ocorrendo no Atol das Rocas e no Arquipélago de Fernando de Noronha e *Stegastes sanctipauli*, que só ocorre no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. A densidade, distribuição e tamanhos da população foram determinados através de censos visuais subaquáticos, além da relação entre as espécies estudadas com o substrato local. A cobertura do substrato foi estimada através do método Reef Check. Quando comparamos os dados de densidade com a caracterização do substrato deste estudo concluímos que a abundância destas espécies é fortemente influenciada tanto pela composição estrutural do ambiente como pela diversidade de cobertura. Estas duas variáveis combinadas poderiam ter capacidade de limitar o tamanho da população para estas espécies que possuem hábitos diretamente associados ao substrato. Para as duas espécies a idade foi determinada a partir da leitura de marcas de aposição em otólitos inteiros e seccionados. Os parâmetros de crescimento da curva de Von Bertalanffy foram calculados. Para *S. rocasensis* a idade variou entre zero e 13 anos. Para *S. sanctipauli* a idade variou entre zero e 15 anos. Apesar das espécies estudadas não ocorrerem em ambiente impactado com depleção de predadores, estas demonstraram alta longevidade, o que pode influenciar positivamente sua estabilidade e perpetuação mesmo sendo populações de áreas restritas. Assim poderíamos explicar a capacidade de peixes recifais endêmicos que mantêm suas populações com espécies muito abundantes e dominantes mesmo quando ocorrem em áreas restritas, como em ilhas oceânicas, ambientes fragmentados e áreas de proteção de pequeno tamanho.

ABSTRACT

Although the importance of coral reef environments, it is known by scientists all around the world that this ecosystem is actually under potential impacts and declining. A vital part of coral reefs ecosystems is composed by coral reef fishes. It is estimated that 30-40% of marine fishes can be found in coral reefs. The Pomacentridae family has an important role since they represent a very abundant family, in number and species, besides having very specialized habits. In this work we studied two endemic species of Brazil: *S. rocasensis*, that has a larger distributional area, represented by Rocas Atol and Fernando de Noronha archipelago and *Stegastes sanctipauli*, that is registered only in São Pedro e São Paulo archipelago. Underwater visual census techniques were used to determine the distribution, density and size population structure of the two species, besides the relationship between these species and the substrate they occupy. Substrate covers was determined using the Reef Check methods. When the species density was confronted with substrate categories we could conclude that the species size population is very close related with the structural complexity and its diversity. These two variables combined could be able to limit the size of population, for these two species that have habits close related with local substrate. The age and growth was determined from readings in whole and sectioned otoliths and the Von Bertalanffy growth curve adjusted to length-at-age data. For *S. rocasensis* the minimum age recorded was zero and the maximum was 13 years old. For *S. Sanctipauli* the minimum age recorded was zero and the maximum age recorded was 15 years old. Although these species do not occur in impacted environments with lack of predators, they have demonstrated a high longevity that could be positively influencing their stability and perpetuity, even being restricted to small areas populations. This way we could explain the capacity of endemic coral reef fishes on maintaining very abundant and dominant populations, even when they are found in very restricted areas such as oceanic islands, fragmented environments and small protected area.

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Ambientes Recifais

Os recifes de coral são estruturas calcárias, formadas principalmente por carbonato de cálcio (CaCO_3), encontradas em águas rasas de regiões tropicais, entre as latitudes 30°N e 30°S (Moyle e Cech, 1996). Estes ecossistemas que sustentam uma associação diversa de plantas e animais marinhos (Ruppert e Barnes, 1996; Sale, 1991) são compostos por organismos que transformam os minerais dissolvidos na água do mar na estrutura calcária do recife. Ao contrário de outros sais, o carbonato de cálcio tem maior solubilidade em águas frias, portanto, águas de tropicais são mais propícias para sua precipitação e conseqüentemente para formação de ambientes coralíneos (Hallock, 1997).

Corais hermatípicos, também conhecidos como construtores de recife, possuem uma relação de mutualismo com dinoflagelados, as zooxantelas. Estas algas são fotoautotróficas exigindo luz e nutrientes para a fixação do carbono via fotossíntese. O carbono fixado pelas zooxantelas é o maior responsável pelo crescimento dos corais. Corais hermatípicos têm crescimento aproximado de 10cm por ano enquanto os ahermatípicos, não construtores de recifes, crescem aproximadamente 1cm por ano. Isso ocorre devido à associação com as zooxantelas que acelera o processo de deposição de CaCO_3 e crescimento do recife de coral (Birkeland, 1997).

Devido a estes fatores a ocorrência deste ecossistema está relacionada principalmente a duas condições: luminosidade (10 a 20m de visibilidade) e temperatura (20 a 28°C) (Moyle e Cech, 1996). A luminosidade está correlacionada à matéria em suspensão, que tem maiores concentrações em deságües de sistemas fluviais; e a profundidade, tendo penetração de luz suficiente apenas nos primeiros 60m. Quanto à temperatura os recifes coralíneos restringem-se aos mares tropicais e semitropicais, onde a temperatura de água

mínima não atinge menos de 18° C e onde ocorre maior incidência de luz durante todo o ano (Moyle e Cech, 1996 e Birkeland, 1997).

No Brasil os recifes de coral se apresentam principalmente na forma de recifes de franja, ou seja, projetam-se diretamente em direção ao mar a partir do litoral. Existem também recifes de plataforma, como é o caso de Abrolhos, Parque Nacional no estado da Bahia; recifes anulares de ilhas oceânicas, no Arquipélago de Fernando de Noronha e Penedos de São Pedro e São Paulo; e o único atol do Atlântico Sul, localizado na Reserva Biológica do Atol das Rocas (Maida e Ferreira, 1997).

No entanto, apesar da reconhecida importância deste ecossistema, é consenso entre os cientistas de todo o mundo que os ambientes recifais estão em declínio (Ginsburg, 1994; Jameson, 1995). Com 8% da população mundial ocupando os primeiros 100km das regiões costeiras os ambientes recifais encontram-se ameaçados (Wilkinson, 1992; Ginsburg, 1994 e Birkeland, 1997).

A área de ocorrência definida para os recifes de corais é de 617.000km² (Smith, 1978), no entanto 10% já se encontram degradados a ponto de não haver capacidade de recuperação. Outros 30% devem ser perdidos nos próximos 10-20 anos e mais 30% nos próximos 20-40 anos. Assim, atualmente 70% dos recifes de corais do mundo encontram-se sob ameaça (Wilkinson, 1992 e Eakin, 1997).

As principais ameaças aos recifes de coral são o desenvolvimento costeiro, sobrepesca, grande quantidade de material em suspensão e poluição por contaminantes de diversas fontes. Estima-se que 57% dos recifes de coral do mundo encontram-se ameaçados por atividades humanas. As áreas mais afetadas atualmente são o Sudeste da Ásia e o Caribe (Roberts, 1993 e Ginsburg, 1994).

1.2 - Ictiofauna Recifal

Uma parte vital do ecossistema recifal é constituída pela ictiofauna. Os peixes são o mais numeroso e diverso grupo dos vertebrados. Eles dominam as águas do mundo com grandes variedades morfológicas, fisiológicas e adaptações comportamentais. Sua diversidade é demonstrada pelo grande número de espécies associadas a este ecossistema, estima-se que de 30 a 40% dos peixes marinhos podem ser encontrados nos ambientes recifais (Mc Allister, 1991; Nelson, 1994 e Moyle e Cech, 1996).

Os peixes recifais são uma forma avançada dos teleósteos, sendo produto de sua irradiação com início no período Terciário. Aparentemente sua irradiação ocorreu em conjunto com a dos corais escleractinianos moderna, também marcada no início do Terciário (Sale, 1991).

O estudo de peixes recifais teve grande avanço nos últimos 20 anos. Os peixes recifais são geralmente menores do que 30cm e de hábito sedentário, resultando em uma área densamente ocupada, que pode ser facilmente estudada. A maioria deles vive de 1 a 10 anos, com reprodução contínua (Moyle e Cech, 1996; Sale, 1991).

Durante a maior parte de sua vida o peixe recifal habita o mesmo local do recife, assim mergulhadores ocasionalmente reconhecem peixes individuais por vários anos. No entanto, sua fase de dispersão larval, com poucas exceções, é pelágica, podendo esta durar de dias a semanas, durante as quais podem viajar consideráveis distâncias. (Sale, 1991). Os estágios pelágico e bêntico apresentam diferenças morfológicas em relação a tamanho, habitat, alimentação e também diferenças comportamentais (Leis, 1991).

Além do sedentarismo e seu tamanho, outras características deste ecossistema facilitam seu estudo pelo o fácil acesso do mergulhador pesquisador, águas geralmente claras com temperaturas agradáveis e o desenvolvimento do equipamento de scuba (Sale, 1991).

Existem vários processos modificadores da estrutura das populações de peixes recifais. Os primeiros seriam os processos que ocorrem na fase de pré-recrutamento, na qual geralmente os indivíduos encontram-se na forma larval. A maioria dos peixes recifais têm um intervalo

pelágico entre sua desova e seu assentamento no ambiente recifal (Leis, 1991). Neste período ocorre 90% da mortalidade de uma coorte, assim estratégias de sobrevivência tem um papel importante. Como algumas destas estratégias podemos citar coloração transparente, presença de apêndices, cabeças e olhos grandes e variação na duração desse estágio pelágico.

O termo larval traz dúvidas, porém definiu-se que este período não necessariamente está ligado à sua fase pelágica e sim à sua metamorfose que pode ocorrer totalmente antes ou após o seu assentamento (Victor, 1991). McGehee (1995) considerou, para indivíduos de quatro espécies do gênero *Stegastes* estudadas, que indivíduos menores que 3,0cm são caracterizados como recém-assentados. Neste trabalho concluiu-se ainda que as espécies teriam desova contínua durante todo o ano com um ou dois meses de pico na desova.

O processo de transição para a entrada no ambiente recifal representa o fim do seu período larval e acontece quando este passa por uma metamorfose e adquire sua forma adulta, podendo esta metamorfose ser abrupta ou gradual e não necessariamente relacionada ao tamanho do peixe. Ao fim de seu estágio larval acontece o assentamento, transição das águas abertas para o habitat bentônico (Leis, 1991).

Após este momento, processos chamados de pós-recrutamento passam a ocorrer durante todo o tempo de vida dos peixes recifais. Apesar de 90% da mortalidade ocorrer durante a fase larval, vale lembrar que 90% do tempo de vida dos peixes recifais acontece após este período. A importância destes processos se justifica por estes ocorrerem de forma contínua, já sua magnitude pode variar sendo mais ou menos severa. Entre os processos de pós-recrutamento estão: taxa de mortalidade, movimentação, crescimento, predação, competição e limitação de recursos (espaço e alimento) (Jones, 1992).

1.3 - Influência do Substrato Sobre Peixes Recifais

Famílias de peixes recifais geralmente têm uma ampla distribuição em substratos recifais ou rochosos. Vários estudos mostram que espécies congênicas de diferentes áreas, regularmente apresentam características similares ou interagem com a comunidade recifal da mesma forma, como os peixes donzela do Atlântico e do Pacífico que apresentam um “cultivo” de determinadas algas em seu território. No entanto alguns reportam diferenças entre áreas geográficas (Thresher, 1991). Assim a variação entre regiões ainda não foi devidamente pesquisada para que sejam tomadas conclusões definitivas.

Não é dúvida que ambientes recifais podem prover diversos tipos de microhabitats relacionados não apenas a diversidade de cobertura do substrato, mas também ao arranjo espacial oferecido (Sale, 1991; Ohman e Rajasurya, 1997; Beukers e Jones, 1997 e Bergman, 2000). Muitos estudos assumem que a densidade de peixes recifais em determinada área é limitada pelo espaço que está disponível, acreditando no excesso de potencial no recrutamento (Sale, 1974 e Smith e Tyler, 1972). Conseqüentemente a dinâmica de populações de peixes recifais estaria fortemente relacionada à disponibilidade de área para assentamento e ao tipo de cobertura de substrato disponíveis em determinado local. As características do meio ambiente poderiam regular a densidade de organismos em recifes de corais influenciando tanto durante o assentamento como após a associação do indivíduo com o substrato.

Em estudo realizado em recifes de arenito e recifes de coral de uma mesma área do Sri Lanka, foi demonstrado que vários parâmetros influenciam de forma positiva a diversidade desta comunidade de peixes recifais. No recife de arenito foi encontrada maior diversidade estrutural, na cobertura do substrato e conseqüentemente de peixes recifais. No entanto ocorreu o oposto quando a diversidade de peixes recifais foi analisada de acordo com o aumento de profundidade e também para o recife de coral local. Estas relações devem considerar que o ambiente de recifes de corais local encontrava-se sob forte pressão antrópica e é quase totalmente representado por uma única espécie de forma globosa, a qual permite pouca variedade de microhabitats.

Bergman (2000) também considera importante a influência do habitat sobre estrutura de populações de peixes recifais. Em seu estudo áreas que demonstravam alta diversidade na cobertura de corais ou na sua estrutura espacial, demonstraram favorecer a presença de peixes recifais demersais. A espécie estudada, *Pomacentrus sulfureus*, considerada abundante no Oceano Índico Ocidental, foi caracterizada por possuir maior densidade em áreas onde ocorriam corais de formato ramificado, sendo os juvenis mais fortemente associados a este tipo de microhabitat. Beukers (1991) relata ainda, ao estudar a espécie, *Pomacentrus moluccensis*, que habitats mais complexos estruturalmente são preferidos por indivíduos juvenis.

No caso de espécies territorialista o espaço pode se tornar um recurso limitante de grande importância (Williams, 1980). Waldner e Robertson (1980) estudaram oito espécies territorialistas da família Pomacentridae e demonstraram que indivíduos da mesma espécie ou de espécies mais similares tendem a compartilhar áreas de substrato semelhante. Além disso, o trabalho demonstra que determinadas espécies estavam regularmente associadas ao mesmo tipo de substrato quando comparados diversos pontos de um ambiente recifal. Porém, para algumas espécie foi documentado o uso de um mesmo habitat por múltiplas espécies.

Outro tipo de relação entre o substrato e sua capacidade de modelar a estrutura da população em peixes recifais se refere à influência deste nos eventos de predação. Segundo Beukers (1997) a taxa de mortalidade para indivíduos adultos é influenciada não apenas pela quantidade de predadores locais, mas também por sua diversidade, seu comportamento e pelos atributos do habitat. Assim, substratos que oferecem maior número de refúgios poderiam ter efeito negativo sobre eventos de predação, o que conseqüentemente favoreceria uma maior diversidade de espécies ou a abundância de determinada espécie.

1.4 - Pomacentrídeos

A família Pomacentridae possui distribuição circumtropical, geralmente em águas tropicais e sub-tropicais, pode ser considerada como superfamília, tendo exemplares nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico. Dentro desta família são reconhecidas atualmente 4 subfamílias, as quais pertencem 320 espécies de ecossistemas costeiros e insulares de todo o mundo. Na taxonomia esta família se distingue dos demais perciformes por possuir apenas um par de narinas (Acero, 1978; Emery, 1972).

Entre os peixes marinhos tropicais os pomacentrídeos ocupam lugar importante devido a grande abundância apresentada em número e espécies e por possuírem hábitos altamente especializados que incluem: agressividade territorialista, mudança de coloração com a idade, desova demersal adesiva, curto estágio planctônico (15 a 35 dias), ausência de migração e ocorrência em habitats restritos (Acero, 1978; Wellington e Victor, 1989; Tresher, 1991). As larvas de pomacentrídeos possuem diferentes graus de seletividade para assentamento como tipo de substrato, proximidade a indivíduos adultos e profundidade (Harrington, 1993). Os pomacentrídeos são descritos como onívoros que se alimentam de algas incrustantes, pequenos crustáceos e vermes bênticos (Emery, 1973).

O gênero *Stegastes*, no Atlântico, é representado por espécies com caracteres morfológicos bastante conservativos, tornando-se difícil a definição de características singulares para cada espécie. Caracteriza-se ainda por possuir a margem do pré-opérculo com espinhos, a região suborbital com escamas e possui uma única série de dentes em cada mandíbula (Acero, 1978). As diferenças são em sua maioria relacionadas a características como tamanho, coloração e comportamento (Emery, 1972).

Das quatorze espécies conhecidas no Atlântico Ocidental seis espécies: *S. fuscus* (Cuvier e Valenciennes, 1830), *S. pictus* (Castelnau, 1855), *S. rocasensis* (Emery, 1972), *S. sanctipauli* (Lubbock e Edwards, 1981), *S. lubbocki* (Allen e Smith, 1992) e *S. uenfi* (Novelli, Nunan e Lima, 2000) são endêmicas do Atlântico Ocidental Sul (Novelli, 1998).

Dentre os vários representantes da família Pomacentridae o gênero *Stegastes* é um representante essencialmente herbívoro, possuindo como uma das principais fontes de alimentação algas filamentosas que cobrem a superfície de substratos recifais. A manutenção de suas populações é essencial para manutenção da cadeia trófica marinha e para o controle da cobertura algal nos ecossistemas recifais.

Os peixes herbívoros apresentam uma série de características morfológicas comuns, como corpo comprimido lateralmente, boca terminal e nadadeiras peitorais bem desenvolvidas. As nadadeiras peitorais têm importante função no momento em que estão se alimentando para um controle adequado da posição do corpo durante os movimentos de forrageio (Acero, 1978 e Sale, 1991).

A herbivoria consiste no importante processo ecológico que transfere a energia armazenada nos produtores primários para os outros níveis da cadeia trófica. Contudo, apesar dos vegetais serem facilmente encontrados nos ambientes recifais, são necessárias aos herbívoros, adaptações morfológicas e fisiológicas, já que vegetais têm em sua estrutura substâncias pouco digeríveis como a celulose (Mattson, 1980).

O papel ecológico de pomacentrídeos herbívoros em comunidades recifais é importante e influencia em dois aspectos principais o ambiente recifal; a) por defenderem território para facilitar o crescimento de algas filamentosas, acabam interferindo na abundância e distribuição de organismos bentônicos e b) a composição algal destes territórios é composta por duas camadas, uma delas formada por algas verdes e azuis, diatomáceas e bactérias, sendo assim locais de fixação de nitrogênio (Lobel, 1980).

1.5- Ilhas Oceânicas

Ilhas oceânicas do Atlântico geralmente são caracterizadas por possuírem uma baixa diversidade de famílias e espécies de peixes recifais, quando comparadas às regiões costeiras mais próximas. Essa baixa diversidade pode ser explicada por fatores como isolamento extremo, limite de habitats disponíveis e pequena porção de águas rasas, o que poderia limitar o acesso e assentamento de novos indivíduos (Floeter e Gasparini, 2000 e Joyeux et al., 2001). No entanto ilhas oceânicas geralmente apresentam alto nível de endemismo e suas espécies endêmicas são geralmente muito abundantes (Floeter e Gasparini, 2000).

Rosa e Moura (1995 e 1997) através de censos visuais subaquáticos estacionários no Atol das Rocas, verificaram que duas espécies endêmicas, *Stegastes rocasensis* e *Thalassoma noronhanum*, representavam 42,84% do número total de indivíduos observados. Lubbock e Edwards (1981), em expedição realizada ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo, descreveram a espécie endêmica *Stegastes sanctipauli*, a qual caracterizaram como ‘muito comum’ em piscinas rochosas e profundidades de até 50m.

No entanto, a importância de vários processos ecológicos responsáveis pela regulação da densidade populacional de peixes recifais, incluindo competição, predação, disponibilidade de substrato, escolha de microhabitats e migração, podem afetar de forma diferente ambientes contínuos, como a região costeira, e ambientes isolados, como ilhas oceânicas. Segundo Nanami e Nishihira (2003) a densidade populacional e a estrutura de populações em ambientes recifais isolados seriam afetadas mais fortemente por processos ecológicos antes e durante o assentamento. Assim, por estarem mais relacionadas a eventos estocásticos durante o recrutamento populações isoladas possuem maior sensibilidade e propensão a flutuações na sua estrutura, além de ficarem mais vulneráveis a impactos ambientais e a extinções.

Hawkins (2000) correlaciona alguns caracteres de peixes recifais com sua condição de populações de distribuição geográfica restrita, como tamanho pequeno, curtos períodos

planctônicos e curto espaço de dispersão larval. Em seu trabalho, populações de peixes recifais com ocorrência em área igual ou menor do que 50.000km² já são consideradas como espécies de distribuição restrita. Espécies com pequenas áreas de distribuição, espécies raras e características de águas rasas possuem maior suscetibilidade a ameaças ambientais.

As diferenças na diversidade da ictiofauna de ilhas oceânicas e margem continental do Atlântico Ocidental Sul devem-se, além de fatores biológicos, também a fatores abióticos, como a influência de correntes oceânicas (McConnel, 1999).

1.6 - Idade e Crescimento

Para estudos de idade e crescimento em peixes recifais podem ser utilizadas estruturas onde são encontradas linhas de crescimento, como por exemplo, as escamas, ossos operculares, otólitos e espinhos. Estímulos ambientais podem causar uma diminuição ou interrupção do crescimento, determinando assim a formação de linhas de crescimento que se encontram impressas nas estruturas citadas. Eventos periódicos ou regulares podem ocasionar a formação de uma série de linhas, em consequência, sabendo-se o intervalo de formação destas linhas, poderia ser definida a idade de um indivíduo, assim como parâmetros de crescimento de uma população (King, 1995).

Otolitos são estruturas policristalinas, compostos principalmente por carbonato de cálcio e proteínas fibrosas. Localizados dentro das cápsulas acústicas, são formados por anéis opacos, os quais possuem grande quantidade de matéria orgânica compactada; e por anéis translúcidos, menos densos (King, 1995). O crescimento desta estrutura ocorre por aposição de material novo em toda sua superfície. Esta aposição ocorre de forma cíclica e em função do ritmo diário do metabolismo de cálcio (Morales-Nin, 1987). A diferença de densidade forma uma série de linhas opacas e claras visíveis quando esta estrutura é vista sob lupa ou microscópio.

Os otólitos apresentam padrões de crescimento anuais e para indivíduos juvenis, padrões diários, assim formam um histórico permanente dos eventos vividos por determinado indivíduo. Estudos de crescimento para peixes tropicais por um longo período foram considerados duvidosos devido uma suposta falta da formação de anéis de crescimento em suas estruturas rígidas, baseados na homogeneidade de condições ou estímulos ambientais das regiões tropicais que não favoreceriam a formação destas marcas. No entanto, a partir da década de 90, alguns estudos vieram provar que os peixes recifais continham estas marcas, assim seu crescimento poderia ser estimado (Morales-Nin, 1989). A determinação da idade através de bandas de crescimento em estruturas de aposição como otólitos e curvas de crescimento geradas a partir destes dados são informações valiosas para análise de estrutura e evolução de populações (Hilborn e Walters 1992).

1.7 - Espécies Estudadas

Neste trabalho foram analisadas espécies do gênero *Stegastes*: *S. rocasensis* e *S. sanctipauli*. As duas espécies são bastante semelhantes entre si e diferem principalmente por aspectos de coloração na fase juvenil e adulta (Lubbock e Edwards, 1981; Menezes e Figueiredo, 1985; Novelli, 1998 e Filho, 1999).

A espécie *S. rocasensis* possui distribuição mais ampla, ocorrendo no Atol das Rocas e no Arquipélago de Fernando de Noronha enquanto *S. sanctipauli*, que só ocorre no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, possui a distribuição mais restrita da família Pomacentridae.

Emery (1972) sugere que a espécie *S. rocasensis* é derivada da espécie *S. variabilis*. Mesmo considerando a dificuldade de colonização de ilhas oceânicas, citam a possibilidade de transporte larval através de correntes marítimas. No entanto, Novelli (1998) através de análises de agrupamento sugere que *S. rocasensis* apresenta maior similaridade de caracteres taxonômicos com *S. fuscus*, espécie abundante no litoral do Nordeste do Brasil. Segundo Joyeux et al. (2001) a distribuição dos peixes recifais encontrada no Atlântico Sul parece ser diretamente associada a processos de especiação alopátrica, a habilidade de dispersão e outros processos ecológicos pós-assentamento.

A espécie *S. sanctipauli* é considerada como espécie muito próxima de *S. rocasensis* (Lubbock e Edwards, 1981; Novelli, 1998). Floeter (2001) considera em seu trabalho que *S. sanctipauli* provavelmente é uma subespécie de *S. rocasensis*. Recentemente foi registrada a ocorrência de aproximadamente dez indivíduos juvenis de *S. rocasensis* na Enseada do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Feitoza, 2003).

O objetivo deste trabalho consistiu em verificar aspectos da composição e estrutura populacional das espécies *S. rocasensis* e *S. sanctipauli*, espécies endêmicas de ilhas oceânicas brasileiras.

Para tanto foram objetivos específicos a construção da curva de idade e crescimento, a determinação da longevidade das espécies, a caracterização do tamanho da população através de medidas de densidade e frequência de tamanho, além da relação entre as espécies estudadas com o substrato local.

Este trabalho tem ainda como objetivo específico comprovar, para as espécies estudadas, a teoria atual de estudos de idade e crescimento, a qual considera que peixes recifais de baixas latitudes, como *S. sanctipauli* e *S. rocasensis*, possuem como ferramenta eficiente de estudo para idade e crescimento os otólitos, que ao contrário do que se pensava, possuem marcas periódicas que podem ser relacionadas a sua idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 DESCRIÇÃO DO MATERIAL BIOLÓGICO

A espécie *Stegastes rocasensis*, descrita por Emery em 1972, constitui uma espécie de distribuição restrita ao Arquipélago de Fernando de Noronha e ao Atol das Rocas, ocorrendo teoricamente até 4m de profundidade. Na sua descrição a espécie foi caracterizada por apresentar comportamento alimentar onívoro, com material calcáreo encontrado junto a algas em seu conteúdo alimentar.

Os adultos apresentam coloração bicolorida, com o corpo azul dorsalmente, tendendo a escurecer em indivíduos mais velhos, ventralmente é amarelado. Uma mancha azul-escura aparece no focinho dos adultos, cobrindo um pouco o lábio superior. Linhas azuis e pontos, como também ocelos da nadadeira dorsal são ausentes nos adultos. A região superior do globo ocular é escura. Ambas manchas escuras da nadadeira peitoral e caudal aumentam em tamanho com a idade. Nadadeiras peitorais alaranjadas. As nadadeiras pélvicas e anal são inteiramente escuras, sendo as pélvicas bordadas com fortes tons azuis. A nadadeira caudal é laranja-amarelada. Jovens são iguais aos adultos, mas são mais fortemente bicoloridos e brilhantes. Com nítido ocelo escuro na nadadeira dorsal mole que decresce com o aumento da idade. No dorso do pedúnculo caudal encontra-se pequeno ocelo, que aumenta de tamanho com a idade do peixe (Emery, 1972 e Novelli, 1998).

A espécie *Stegastes sanctipauli*, descrita em 1981 (Lubbock e Edwards), é endêmica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e representa a espécie com distribuição mais restrita de toda família Pomacentridae. Esta espécie encontra-se listada pela IUCN (World Conservation Union's) dentro da categoria de espécies vulneráveis, onde foram considerados critérios relacionados ao tamanho da população e à área ocupada pela espécie.

Os adultos apresentam coloração muito variável, predominando o corpo marrom-amarelado dorsalmente, tendendo a escurecer em indivíduos mais velhos. Possui nítidas barras verticais escuras ao longo das fileiras de escamas. Ventralmente tende a amarelo. Uma mancha cinza escura aparece no focinho dos adultos. As nadadeiras peitorais, anal, pélvicas e caudal são amareladas, tendendo a escurecer nos bordos. Jovens são totalmente amarelos, tendendo a escurecer um pouco para o dorso. No dorso do pedúnculo caudal e na nadadeira dorsal mole encontram-se um pequeno ocelo, em exemplares muito jovens. (Lubbock e Edwards, 1981 e Novelli, 1998)

2.2 ÁREA DE ESTUDO

2.2.1 - Arquipélago de São Pedro e São Paulo

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Figura 1) é formado por um grupo de pequenas ilhas rochosas originadas de processos geofísicos, de constituição mantélica procedente da fratura de São Paulo, situado sobre a dorsal Meso-Atlântica (Lat. 0°55'015 "N e Long. de 029°20'757" W), distante 960km da costa brasileira (Figura 2).



Figura 1. Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

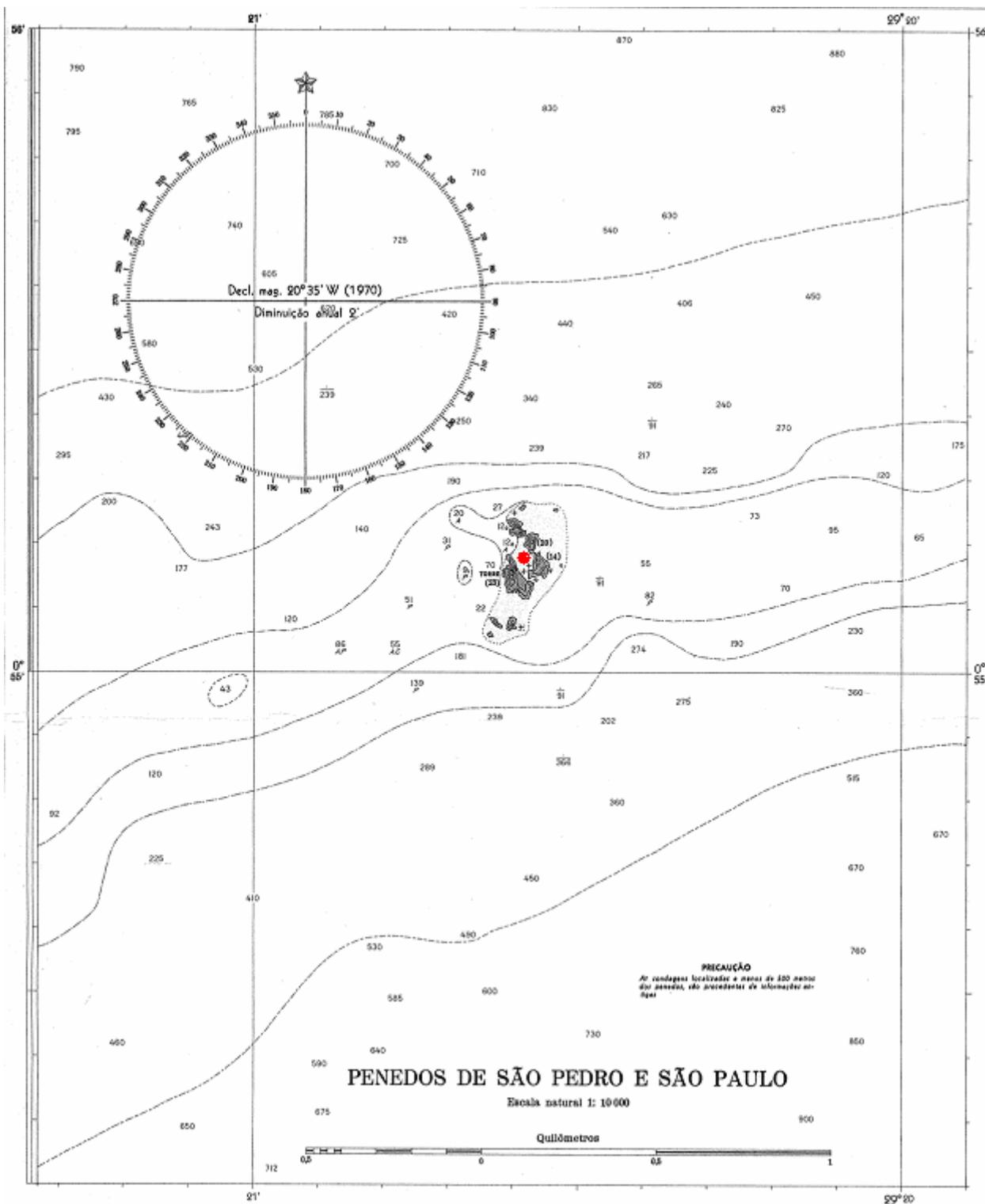


Figura 2. Localização geográfica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. (• = Local específico, Enseada)

É uma formação natural de ilhas, sem água potável e vegetação, com área aproximada de 0,01km², propiciando uma situação de especial interesse científico. Sob esse enfoque, o Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) pode ser incluído como uma região privilegiada para o desenvolvimento de pesquisas em diversos ramos da ciência.

No Arquipélago de São Pedro e São Paulo foi escolhido como local de coleta de dados e amostras a Enseada (Figura 3). A escolha deste local justifica-se por este ser o único local com profundidade acessível de 06 a 12 metros, já que o trabalho foi realizado através de mergulhos em apnéia, e por possuir geografia que contribui para águas mais calmas e maior visibilidade.



Figura 3. Baía da Enseada, no Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

A Enseada deste arquipélago tem seu fundo composto principalmente por rochas grandes (1 a 5m de diâmetro) e lisas, com cobertura fina de algas filamentosas, desta forma a ocorrência de locas e abrigos para os peixes recifais, neste local, ficam restringidas a espaços localizados entre uma rocha e outra. A parede da Enseada tem caimento brusco na maior parte de sua extensão e é coberta por grande quantidade de macroalgas (Figura 4).

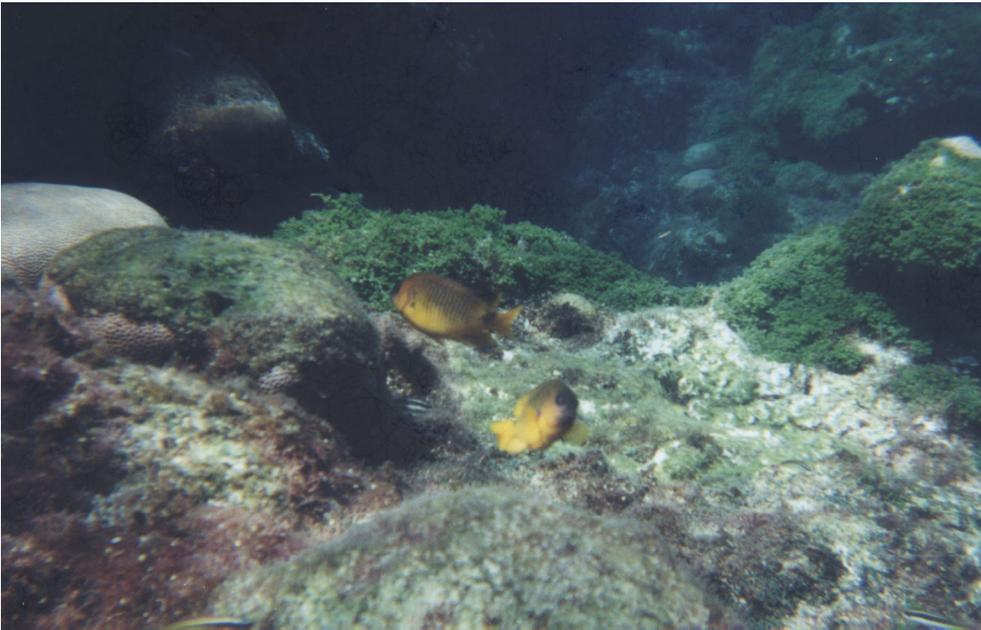


Figura 4. Fundo da Enseada e *Stegastes sanctipauli* – Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

2.2.2 - Atol das Rocas

O Atol das Rocas (Figura 5) se localiza no mar territorial brasileiro a 266,68km (03° 45' a 03° 56' de latitude Sul e 33° 37' a 33° 56' de longitude Oeste) da costa do estado Rio Grande do Norte (Figura 6). Tem uma área de 36.249ha, incluindo o atol propriamente dito e as águas que o circundam até a isóбата de 1000m.



Figura 5. Atol das Rocas.

O Atol das Rocas é o topo de uma montanha submersa que se inicia a uma profundidade de aproximadamente 3000 m, fazendo parte da Zona de fratura de Fernando de Noronha, representa o único atol do Atlântico Sul e tem importância ecológica fundamental por ser zona de abrigo, alimentação e reprodução de diversas espécies marinhas.

Devido à importância deste atol, em 1979, foi criada a Reserva Biológica do Atol das Rocas, pelo decreto nº 83.549, e incluído no Sistema Nacional de Unidades de Conservação como Unidade de Uso Restrito (MMA, 2000). Desta forma este projeto foi devidamente submetido a processo de licenciamento pelo IBAMA.

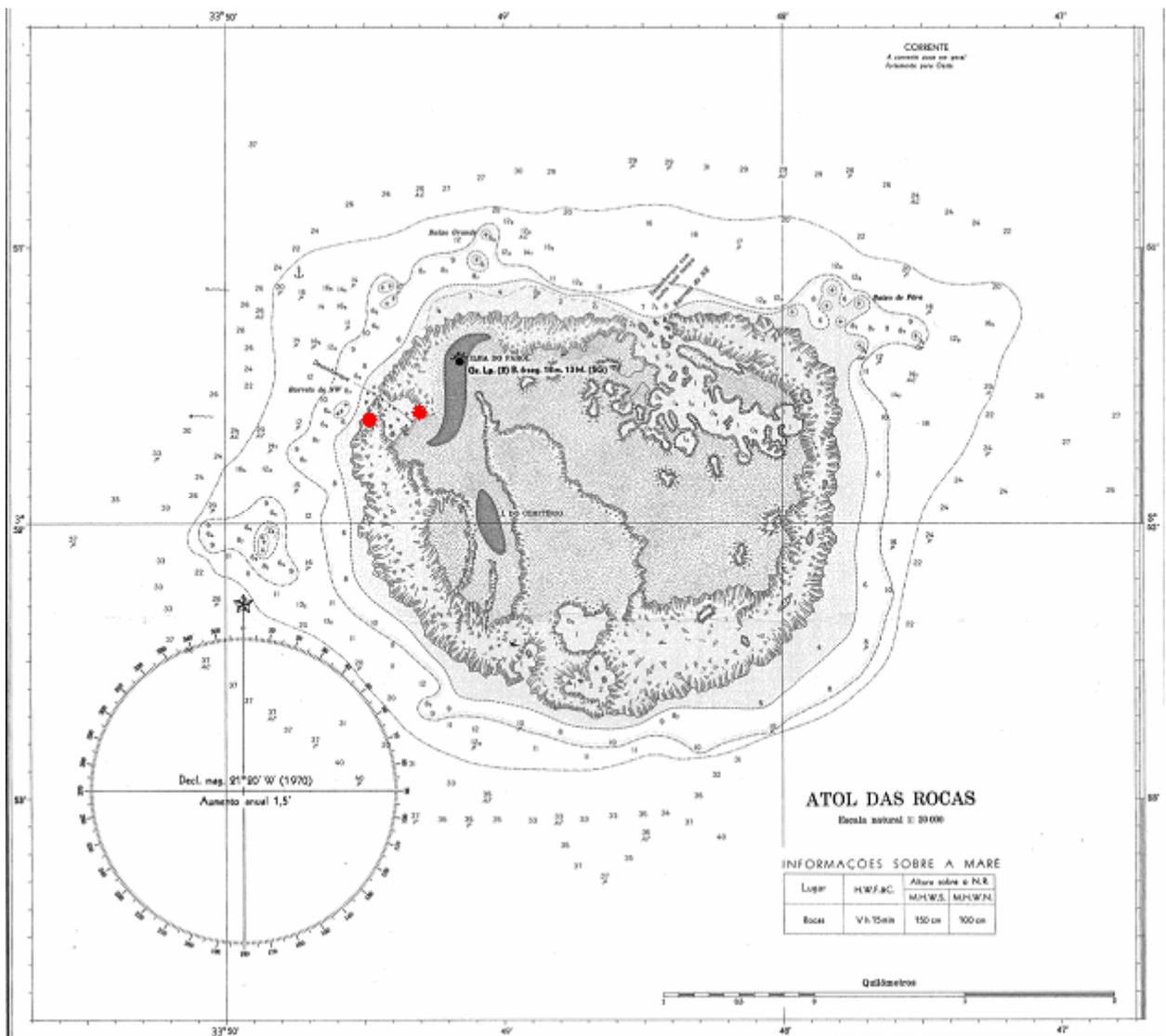


Figura 6. Localização geográfica do Atol das Rocas. (• = Locais específicos, Falsa Barreta e Barretinha, mais interna ao atol)

No Atol das Rocas foram escolhidos dois locais para coleta de dados e amostras; a piscina Falsa Barreta, mais externa ao anel recifal (Figura 7) e a piscina Barretinha (Figura 8). Estes locais são representados por piscinas que possuem comunicação com o mar de fora constantemente e profundidades que variaram entre 02 e 05 metros. A sua escolha justificase pela comunicação com o mar de fora, como ocorre no local escolhido no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, pela maior riqueza de substrato e pela localização próxima a base de pesquisa.



Figura 7. Piscina Falsa Barreta, no Atol das Rocas.



Figura 8. Barretinha, no Atol das Rocas.

As piscinas estudadas neste local possuem parede recifal de relevo bastante irregular, possuindo muitas reentrâncias e fendas o que permite o aumento na quantidade de locas oferecidas aos animais ali residentes. O fundo desta piscina tem composição variada de estrutura calcária e comunidade biótica (Figura 9).



Figura 9. Fundo da piscina Falsa Barreta e *Stegastes rocasensis* – Atol das Rocas.

2.3 CENSOS SUBAQUÁTICOS PARA PEIXES

Para o cálculo de densidade e estimativa da estrutura da população, em cada local, foram realizados censos subaquáticos com a utilização de *transects* através de mergulhos em apnéia (Figura 10). Cada transect corresponde à leitura de uma trena com extensão de 20m, onde foram anotados o número de indivíduos e o seu tamanho, quando estes se localizavam de cada lado da trena. A distância padrão adotada para colocação entre os diferentes *transects* foi de 5m.



Figura 10. Censos visuais através de *transects* subaquáticos.

O tamanho dos indivíduos foi estimado dentro de classes com intervalos de 2cm. A estimativa de tamanho pôde ser realizada apenas após um treinamento com peixes artificiais (confeccionados com placa de PVC) de diferentes tamanhos, os quais foram apresentados a uma distância de 2m do pesquisador (GBRMPA, 1985; Bell et al., 1985 e Rooker e Recksieck, 1992).

Os dados foram coletados em pranchetas de PVC para depois serem transcritos para uma planilha de dados definitiva. A trena utilizada foi previamente chumbada para facilitar sua colocação ao longo da crista recifal e a coleta de dados começava após um intervalo de 5 minutos do término da colocação da trena.

Em seqüência cronológica foram feitos primeiro o censo com trena para contagem e estimativa de tamanho de espécimes da espécie local e o censo de substrato, para cada transect. Assim os *transects* para contagem de peixes aconteciam com um menor distúrbio do ambiente.

No Arquipélago de São Pedro e São Paulo foram realizados sete censos subaquáticos em abril de 2003. Devido à queda brusca na profundidade ao redor deste arquipélago todos os censos foram realizados na Enseada em profundidades que variaram entre 06 e 12m. Todos os mergulhos foram feitos em apnéia, os quais foram possíveis apenas em dias de bom tempo e pouca agitação do mar. Neste arquipélago os *transects* foram realizados sobre o fundo da enseada devido sua parede rochosa ser bastante inclinada, possuir grande quantidade de macroalgas, maior quantidade de moréias, e pouca abundância de *Stegastes sanctipauli*.

No Atol das Rocas foram realizados quatorze censos em duas localidades diferentes, com profundidades entre 03 a 05m, em junho de 2003. Os locais foram escolhidos por possuírem um substrato diversificado e grande abundância relativa da espécie *Stegastes rocasensis* segundo Rosa e Moura (1997), assim como pela facilidade de acesso já descrita.

2.4 CENSOS SUBAQUÁTICOS PARA SUBSTRATO

O tipo de cobertura do substrato foi determinado através do método do Programa Reef Check para estimativa de cobertura. O método utilizado neste programa para amostrar substrato é denominado “Point Sampling” ou amostra pontual. As categorias de substrato adotadas por esta metodologia são: Coral duro, Coral mole, Coral morto recentemente, Algas, Esponjas, Rocha, Fragmentos de rocha, Areia, Sedimentos finos (Silte/argila) e Outros (Hodgson, 1999).

Neste método o mergulhador anota uma série de pontos que estão sob o transect, sendo registrado o tipo de substrato em intervalos de 0,5m, somando 40 pontos em um transect de 20m, podendo assim ser estimada a porcentagem para cada tipo de cobertura do substrato. Os censos para substrato foram realizados nos mesmos locais onde foram feitos os censos para peixes.

2.5 COMPLEXIDADE DO SUBSTRATO

Para análise da complexidade da estrutura espacial foram utilizadas medidas da rugosidade do substrato. Foi utilizada uma corrente de ferro com 1m de comprimento. Com a trena previamente colocada, após cada grupo de censo (peixes, substrato) foi feita a partir do ponto zero a colocação desta corrente de forma que esta percorresse todo o relevo do substrato amostrado, passando por elevações e reentrâncias. Assim, com o auxílio da trena era anotado o comprimento alcançado pela corrente.

2.6 COLETA E PROCESSAMENTO DE OTÓLITOS

Para análise de otólitos foi permitida a coleta de 50 indivíduos da espécie *Stegastes rocasensis* (Figura 11) (Licença N° 071/2003 – IBAMA/ Reserva Biológica do Atol das Rocas) e 71 indivíduos da espécie *Stegastes sanctipauli* (Figura 12), através do programa Pró-Arquipélago – Marinha do Brasil. A coleta dos espécimes foi realizada nos pontos de estudo onde foram feitos os censos subaquáticos.

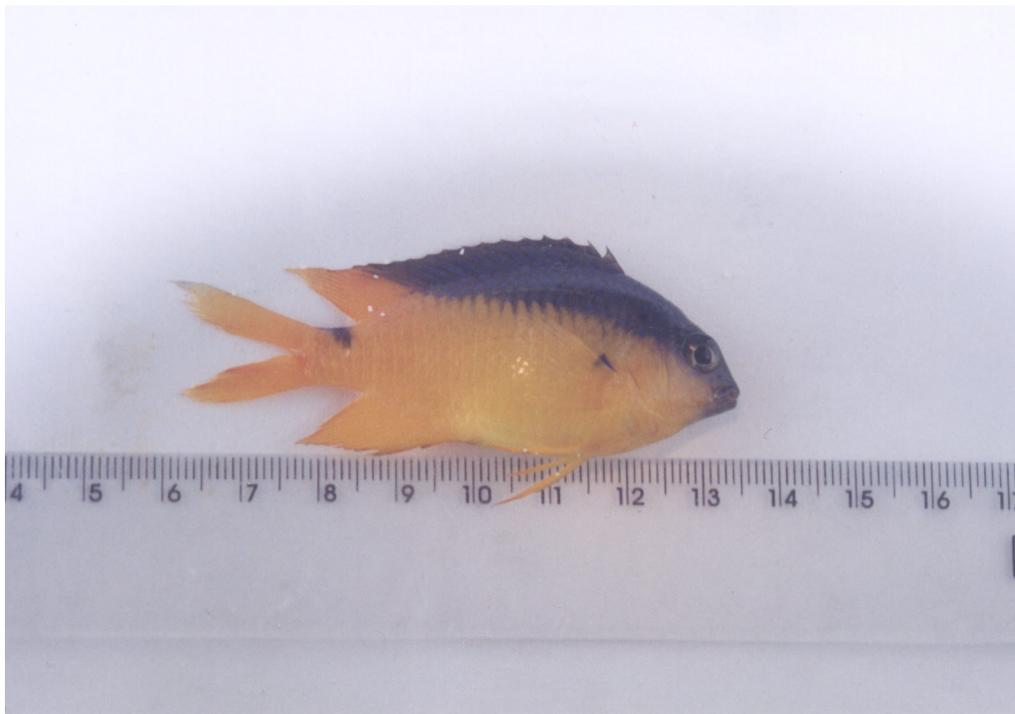


Figura 11. Exemplo de *Stegastes rocasensis*.



Figura 12. Exemplar de *Stegastes sanctipauli*.

A coleta destes indivíduos foi realizada durante mergulhos em apnéia através da utilização de puçás com diferentes malhas. Devido ao hábito territorialista das espécies estudadas após estes saírem de sua loca o puçá era posicionado na entrada desta até que se desse o retorno do indivíduo. Em algumas ocasiões pode-se observar que o puçá poderia ser posicionado a frente da entrada da loca que com pouco tempo de espera o peixe demonstrava curiosidade e saía para mordiscar o puçá. Não foi necessária a utilização de iscas ou atrativos.

Todos os indivíduos coletados foram colocados em um recipiente com água local até o término da coleta diária (máximo de duas horas), com troca de água a cada 30 minutos. Ao fim da coleta diária todos indivíduos eram medidos (comprimento total) para que tamanhos com mais repetições fossem descartados e colocados de volta ao ambiente natural. Esta metodologia foi adotada devido à necessidade de serem coletados indivíduos com a maior amplitude possível em seu comprimento total, objetivando-se a otimização da curva de idade e crescimento e a conservação das espécies estudadas (Figura 13). Assim foi possível uma melhor seleção dos indivíduos sem a realização de coletas desnecessárias.



Figura 13. Aquário provisório na Base de Pesquisa do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

Depois de coletada, a amostra foi fixada em álcool etílico a 80% dentro de bombona plástica. Os indivíduos foram preservados inteiros até que se desse a chegada ao continente, onde foram processados.

A retirada dos otólitos foi realizada no Laboratório de Apoio Didático (LAD) do Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Para este procedimento foram utilizadas tesoura cirúrgica, pinça de relojoeiro e lupa. Dos otólitos das espécies estudadas o par saggitae é o maior dos três, extraídos a partir da dissecação do bulbo óptico, foram guardados secos em potes plásticos com identificação em papel vegetal (espécie, data, sexo e comprimento total).

Antes de ser realizada a leitura dos anéis em otólitos inteiros toda a amostra foi pesada em balança de precisão. As pesagens foram realizadas no Laboratório de Química do Departamento de Oceanografia.

A leitura dos otólitos foi realizada com os mesmos ainda inteiros por dois leitores, sob lupa estereoscópica com iluminação externa e fundo escuro. O primeiro leitor efetuou três leituras em datas diferentes com intervalo médio de quinze dias e o segundo leitor efetuou duas leituras em datas diferentes.

Após a leitura da amostra de otólitos inteiros teve início o processamento para confecção das laminas com otólitos seccionados. A confecção das laminas se deu no Laboratório de Otolitometria, do Projeto Recifes Costeiros – Tamandaré/PE.

Os otólitos (apenas um por espécime) foram primeiramente emblocados em resina acrílica e posteriormente cortados em serra metalográfica adiamantada. Depois de obtidos os cortes receberam acabamento através do uso de lixas d'água de diferentes granulações e pó de alumínio para polimento em ambos os lados. Para colagem da amostra em laminas histológicas foi utilizada cola termoplástica.

A leitura das laminas foi realizada com o uso de microscópio, devido ao pequeno tamanho da secção de amostra. A leitura dos otólitos seccionados foi feita por dois leitores seguindo a metodologia de leitura utilizada para amostra de otólitos inteiros.

Após todas as leituras foi usado um critério de escolha para utilização dos dados para construção das curvas de idade e crescimento. Após as três leituras a idade com maior repetição ou a intermediária foram consideradas como valores finais. Caso houvesse uma grande diferença entre os valores, era realizada uma quarta leitura e novamente os critérios de escolha.

2.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Foi determinado nível de significância $\delta = 0,05$ e intervalo de confiança = 95% para os testes de hipótese. Posteriormente ao teste de normalidade das variáveis foram realizadas distribuições de frequência e estatísticas descritivas. Estatísticas não-paramétricas e testes de hipótese foram realizadas para testar relações entre as diversas variáveis.

Os parâmetros das curvas de crescimento de Von Bertalanffy (L_{∞} , k e t_0) foram estimados por métodos não lineares, do programa estatístico KalidaGraph (Albec software, 1993). Através deste programa foram plotadas curvas de crescimento, segundo o modelo de Von Bertalanffy (1938):

$$Cf(t) = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}],$$

onde $Cf(t)$ é o comprimento na idade t , L_{∞} é o comprimento máximo teórico calculado para a espécie, k é a constante de crescimento em função do tempo e t_0 é o tempo teórico em que o comprimento do indivíduo é zero. Para os ajuste da equação de Von Bertalanffy foram inicialmente utilizados dados dos parâmetros de crescimento determinados a partir de otólitos inteiros e seccionados.

3. RESULTADOS

3.1 CENSOS SUBAQUATICOS PARA PEIXES

Durante a realização dos censos subaquáticos foram contados um total de 942 espécimes para *S. rocasensis* e 150 espécimes para *S. sanctipauli*, o quais tiveram ainda seu tamanho estimado. Considerando-se os dois locais de trabalho no Atol das Rocas, foram amostrados 429 espécimes no local específico Barretinha e 513 espécimes no local específico Falsa Barreta.

A contagem realizada através dos censos visuais de indivíduos obtidos por transect (40m²) pode ser observada na Tabela 1. Os dois locais estudados no Atol das Rocas apresentam um número total de indivíduos amostrados perto de três vezes maior do que na Enseada, Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Esta proporção é seguida também para média de indivíduos, número mínimo e máximo, para cada transect realizado.

Para a espécie *S. rocasensis* do Atol das Rocas, a maior densidade observada foi na piscina Falsa Barreta com 1,83 indivíduos/m², seguida da piscina Barretinha com 1,53 indivíduos/m². Para *S. sanctipauli*, no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, a densidade na Enseada foi de 0,53 indivíduos/m², bem menor do que as densidades encontradas para a espécie do Atol das Rocas (Figura 14).

Utilizando-se o teste estatístico Kruskal-Wallis, para dados não paramétricos, foi constatada uma diferença significativa entre a densidade observada para as duas espécies estudadas ($p = 0,0001$ e intervalo de confiança de 95%). No entanto, usando o teste

Kolmogorov-smirnov não foi constatada diferença significativa de densidade entre os locais específicos Barretinha e Falsa Barreta ($p = 0,0562$).

Tabela 1. Números totais de indivíduos por transect.

Local específico	Média	Mínimo	Máximo	Total
Barretinha	61.28	46	86	429
Falsa Barreta	73.43	62	89	513
Enseada	21.43	07	39	150

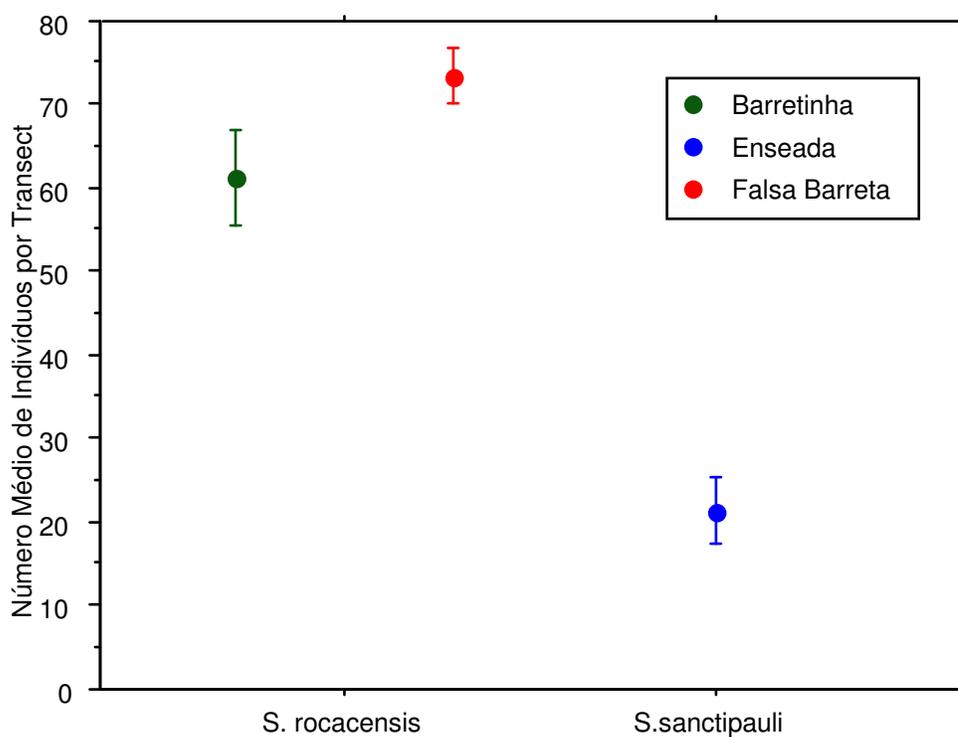


Figura 14. Média de indivíduos por *transects* em cada local específico.

O tamanho dos indivíduos foi estimado dentro de classes de tamanho que variaram dentre indivíduos menores que 2cm até indivíduos maiores que 12cm, como mostra a frequência de tamanho das espécies (Figura 15, 16). Usando-se o teste Kolmogorov-Smirnov pôde-se constatar que o tamanho dos indivíduos das espécies que ocorrem no Atol das Rocas e no Arquipélago de São Pedro e São Paulo não têm diferença significativa ($p = 0,2661$).

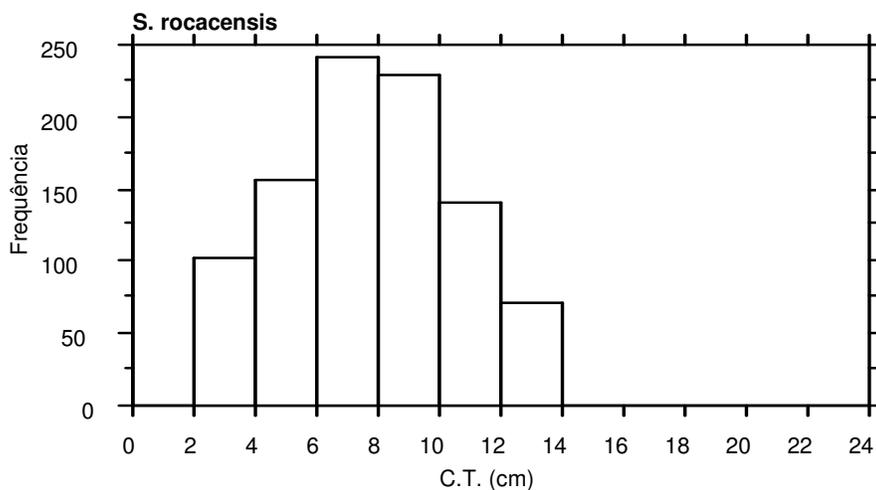


Figura 15. Frequência de tamanho de *S. rocasensis*.

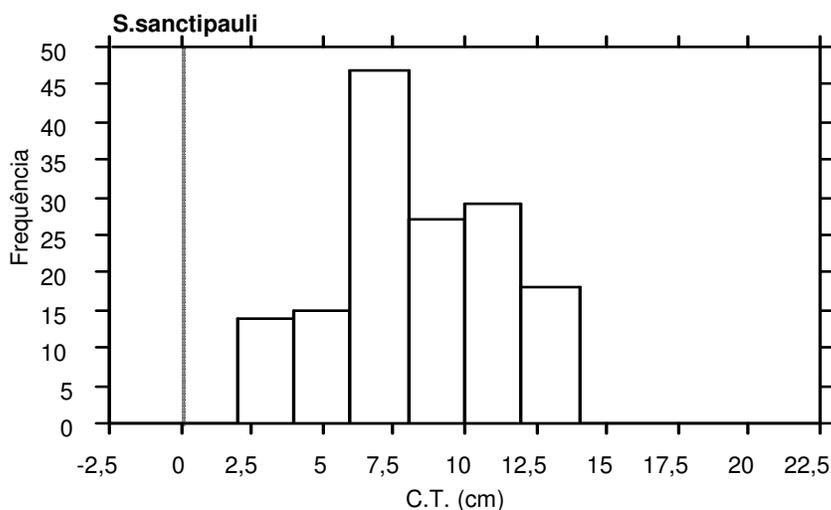


Figura 16. Frequência de tamanho para *S. sanctipauli*.

3.2 CENSOS SUBAQUÁTICOS DE SUBSTRATO

Das categorias de cobertura de substrato reconhecidas pela metodologia do Reef Check foram observadas neste trabalho: Alga Calcária, Alga Folhosa, Cascalho, Coral Duro, Coral Mole, Esponja e Rocha (Tabela 2 e Figuras 17, 18 e 19).

Tabela 2. Categorias de substrato no Atol das Rocas e Arquipélago de São Pedro e São Paulo (%).

Substrato	Barretinha	Falsa Barrreta	Enseada
Alga Calcária	38,75	20,62	25,62
Alga Folhosa	12,5	6,25	1,87
Cascalho	8,12	6,25	10,62
Coral Duro	34,37	47,5	0
Coral Mole	0	0,62	0
Esponja	1,25	1,25	0
Rocha	5,0	17,5	61,87

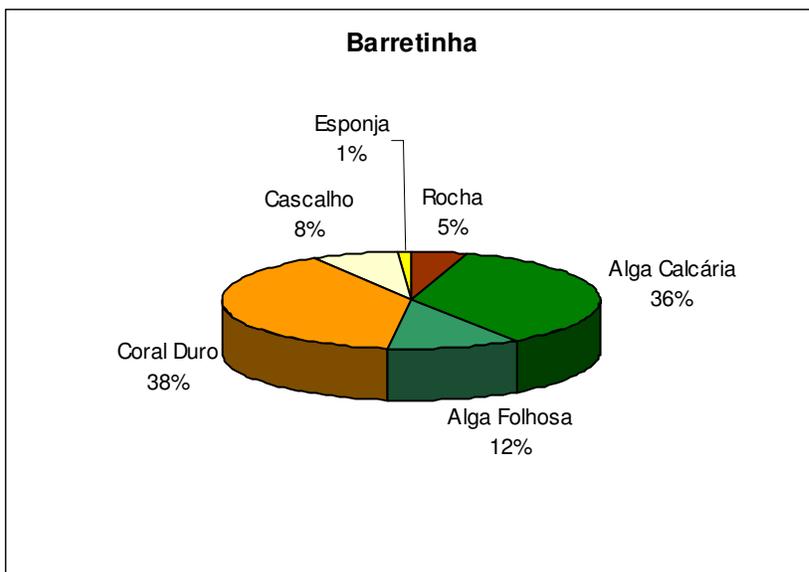


Figura 17. Composição do substrato na Barretinha, Atol das Rocas.

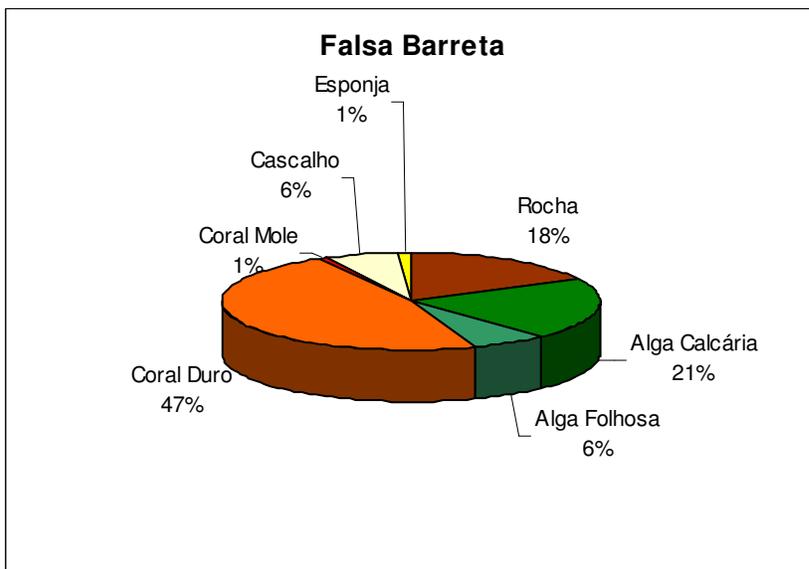


Figura 18. Composição do substrato na Falsa Barreta, Atol das Rocas.

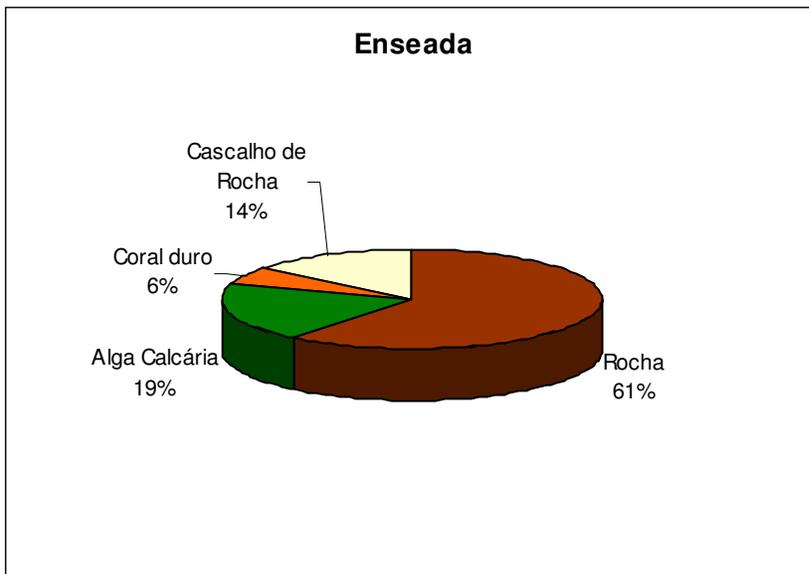


Figura 19. Composição do substrato na Enseada, Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

O local onde foi registrada a maior quantidade de categorias de substrato foi a piscina recifal Falsa Barreta, do Atol das Rocas. A composição desta piscina consiste basicamente em paredes compostas por estruturas recifais calcáreas e fundo com predominância de colônias de coral globosas. A ocorrência de *Stegastes rocasensis* é abundante tanto nas paredes como no fundo desta piscina. A categoria de substrato mais registrada foi a de 'Coral Duro'.

Na Barretinha foram registradas quase a mesma quantidade de categorias de substrato, no entanto, a presença da categoria 'Coral Duro' não é dominante, ocorrendo praticamente na mesma quantidade que a categoria 'Alga Calcárea'. A Barretinha pode ser caracterizada por possuir paredes recifais de estrutura calcárea espalhadas e descontínuas, com fundo de cascalho. A presença de *S. rocasensis* nesta piscina é restrita as paredes recifais.

Na Enseada, Arquipélago de São Pedro e São Paulo, foi registrado a menor quantidade de categorias de substrato, com forte dominância da categoria 'Rocha'. A categoria de

substrato 'Rocha' especificamente para este local deve considerar que a mesma tem superfície bastante lisa com ausência de reentrâncias e elevações.

Quando relacionamos a quantidade de categorias de substrato e a densidade de indivíduos para cada local específico podemos perceber a influência positiva desta diversidade com a densidade das espécies estudadas em todos os locais específicos (Figura 20). Quando a categoria de substrato 'Coral Duro' foi analisada e relacionada a densidade a mesma influência foi percebida (Figura 21).

Diante destes dados sugere-se que a Falsa Barreta por disponibilizar maior diversidade de microhabitats (paredes e fundo) suporta uma maior densidade para *S. rocasensis*, espécie recifal de hábito demersal territorialista. Por outro lado, no Arquipélago de São Pedro e São Paulo quase não há diversidade de microhabitat, já que a categoria de substrato 'Rocha' aparece dominando (62%) o ambiente no fundo da Enseada, onde ocorrem os indivíduos da espécie *S. sanctipauli*.

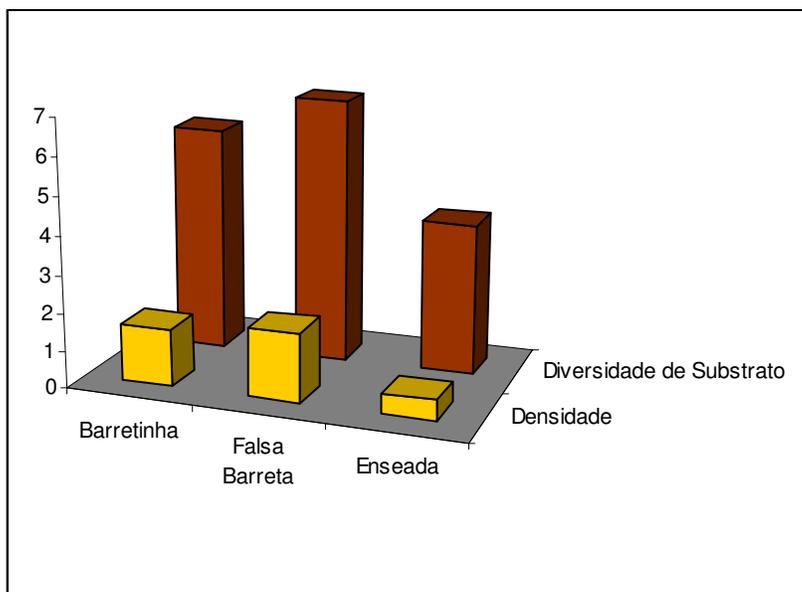


Figura 20. Categorias de Substrato e Densidade de *Stegastes* por transect.

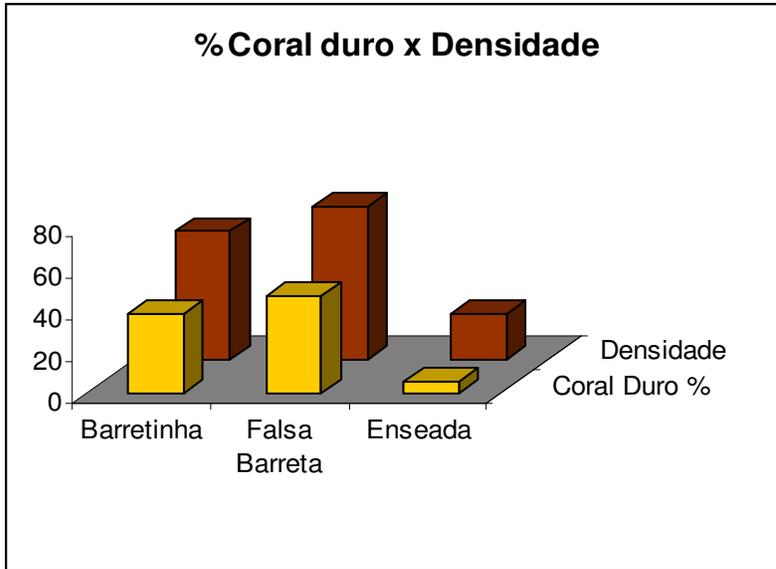


Figura 21. Categoria de Substrato Coral Duro e a Densidade de *Stegastes* por transect.

3.3 COMPLEXIDADE ESPACIAL DO SUBSTRATO

O Índice de Rugosidade foi medido para cada local específico (Tabela 3) e utilizando-se o teste Kruskall-Wallis foi constatado que os três locais específicos estudados apresentam diferença significativa quanto à complexidade do substrato ($p = 0,0359$, com intervalo de confiança de 95%) (Figura 22).

Tabela 3. Índice de Rugosidade para locais específicos.

Local específico	Rugosidade Média	Rugosidade Mínima	Rugosidade Máxima
Barretinha	1,62	1,05	2,22
Falsa Barreta	1,26	1,02	1,56
Enseada	1,12	1,0	1,37

A relação entre a rugosidade do substrato, relacionada à complexidade estrutural, e densidade de indivíduos por transect demonstra que em lugares com menor rugosidade, como no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, são encontrados também os menores valores de densidade (Figura 23).

No entanto, na piscina recifal do Atol das Rocas, Falsa Barreta, a queda na rugosidade parece não influenciar no valor de densidade. Este fato poderia ser devido a maior disponibilidade de microhabitats oferecido por este local, como verificado durante a análise da composição do substrato.

Podemos então relacionar estes resultados com o comportamento característico da espécie de ocupar locas e fendas como território e refúgio, assim podemos inferir que para estas espécies, quanto maior a quantidade de locas e fendas disponíveis, maior a capacidade

suporte do local. Como no Arquipélago de São Pedro e São Paulo o substrato é composto por grandes rochas de superfície lisa, menos locas e fendas são oferecidas aos indivíduos de *S. sanctipauli*. Ao contrário, no Atol das Rocas, o substrato das cristas recifais pode ser caracterizado pela grande quantidade de locas e fendas.

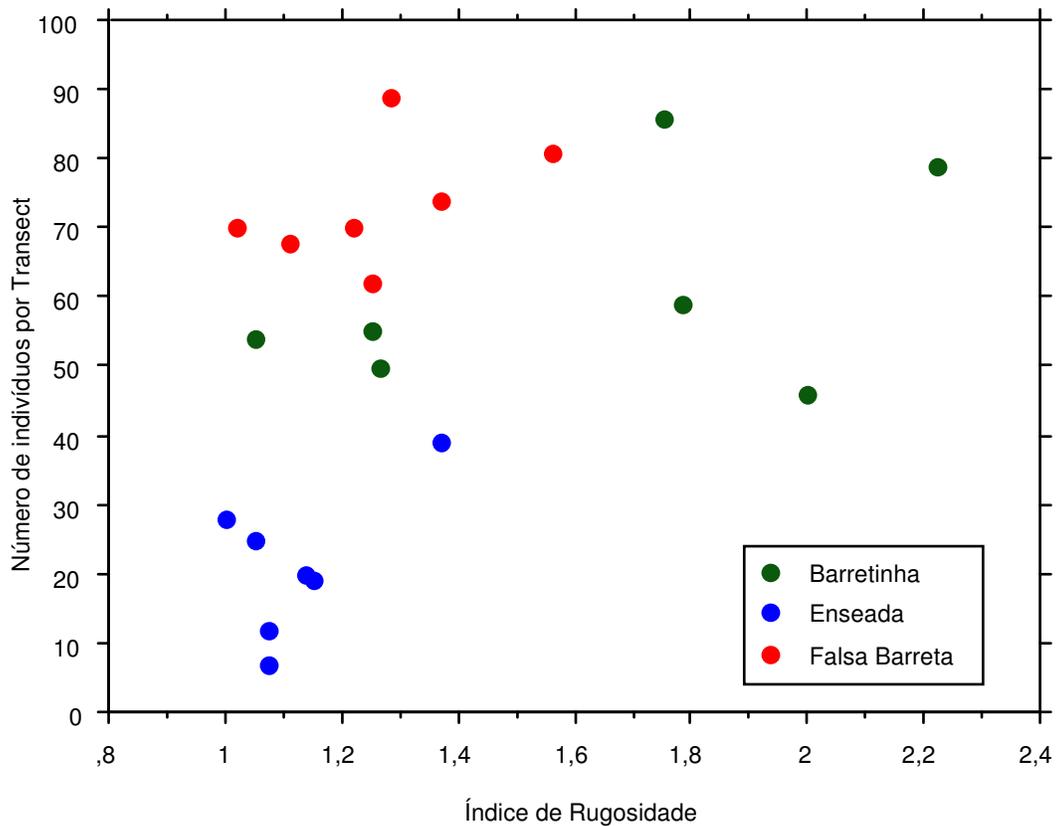


Figura 22. Índice de Rugosidade por transect em cada local específico.

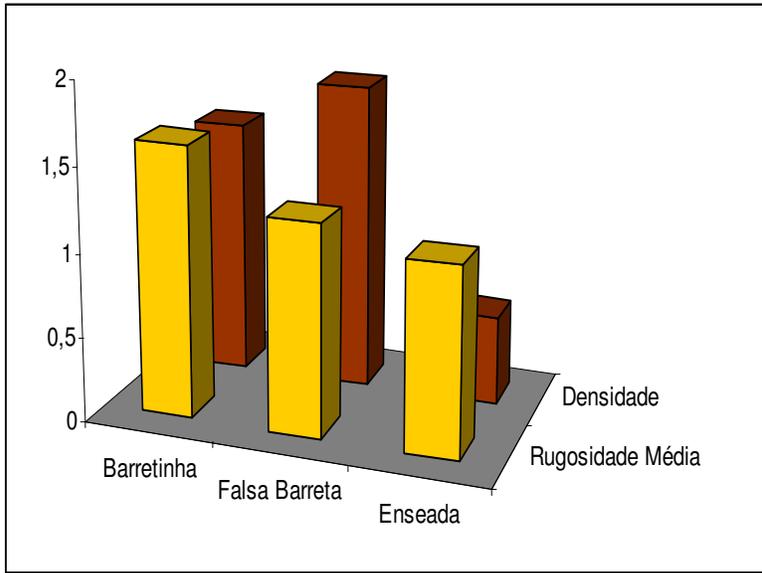


Figura 23. Relação entre a Rugosidade e Densidade

3.4 IDADE E CRESCIMENTO

3.4.1 – *Stegastes rocasensis*

Para análise dos parâmetros de idade e crescimento foram lidos um total de 36 otólitos para a espécie *S. rocasensis*. A coleta seletiva possibilitou a obtenção de diferentes classes de tamanho, mesmo com um N-total reduzido (Figura 24). A amostra de otólitos coletada também foi analisada em relação ao Comprimento Total (CT) dos indivíduos (Figura 25) e ao Peso do otólito (Figura 26 e 27).

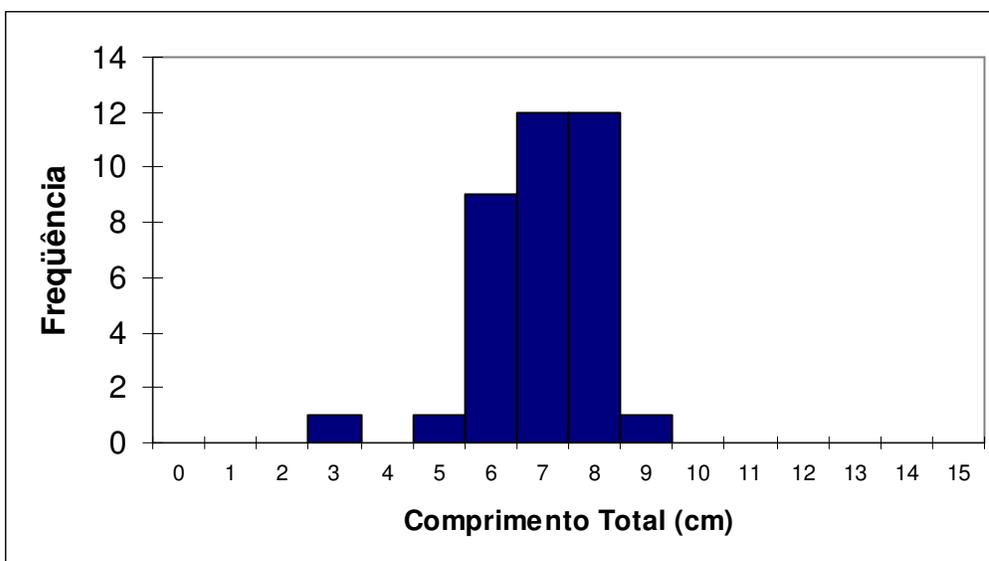


Figura 24. Frequência de Tamanho (*Stegastes rocasensis*).

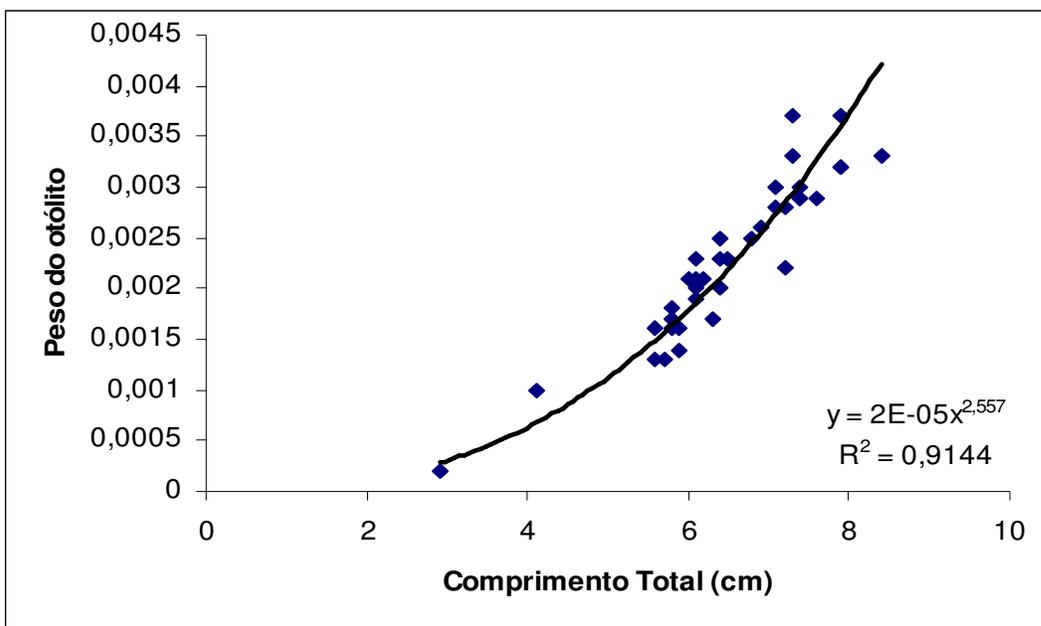


Figura 25. Relação entre Peso do otólito e Comprimento Total (*S. rocasensis*).

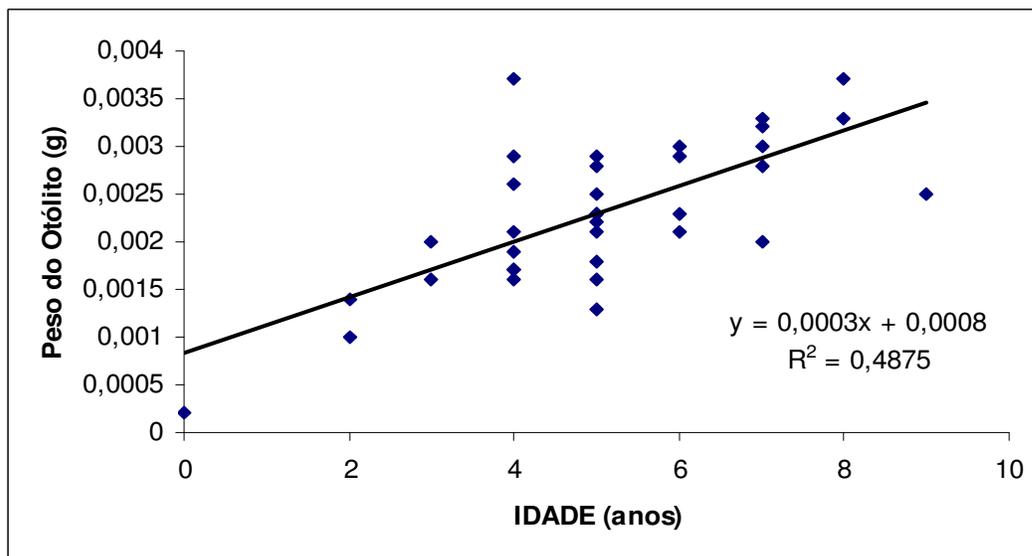


Figura 26. Relação entre Peso do otólito e Idade de otólitos inteiros (*S. rocasensis*).

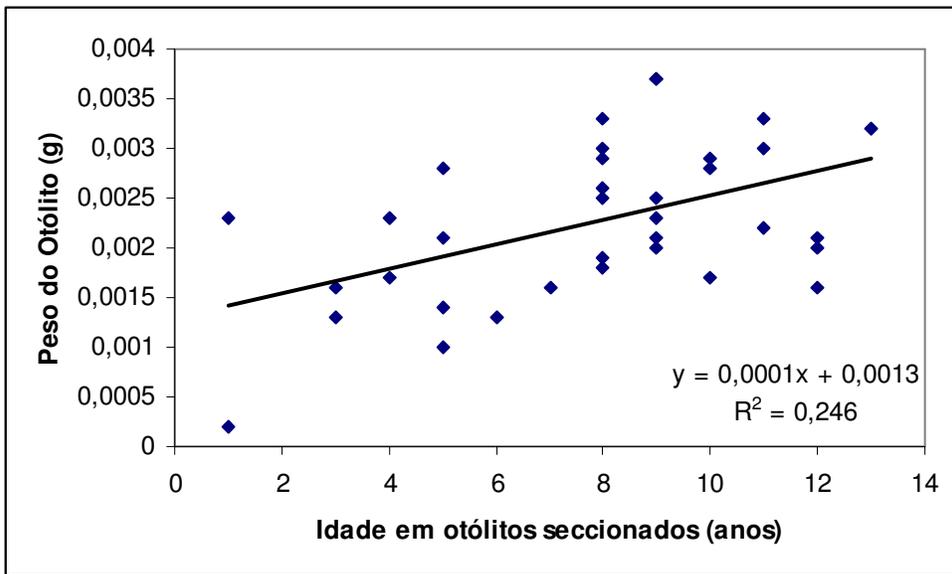


Figura 27. Relação entre Peso do otólito e Idade do otólito seccionado (*S. rocasensis*).

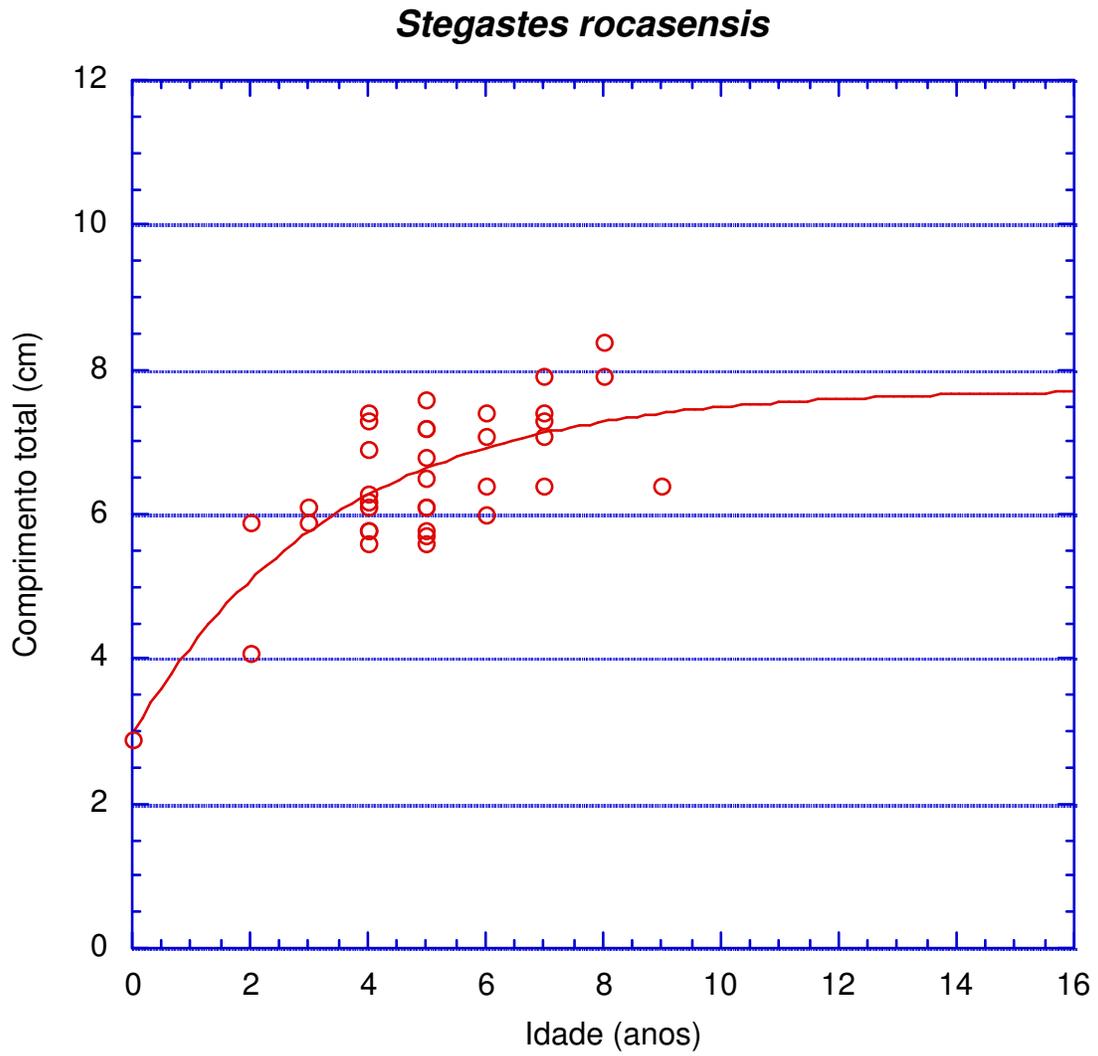


Figura 28. Curva de crescimento de *S. rocasensis* com leitura de otólitos inteiros.

Para otólitos inteiros da espécie *S. rocasensis* a idade mínima observada foi de 0 anos e a máxima de 09 anos (Figura 28). Para otólitos observados seccionados a idade mínima foi de 01 ano e a idade máxima foi de 13 anos (Figura 29). Quando observada a curva de comparação entre leitura de otólitos inteiros e seccionados pode-se observar um aumento na amplitude de idades para *S. rocasensis* (Figura 30). Os resultados dos parâmetros de crescimento foram, para otólitos inteiros e seccionados respectivamente, $k = 0,29$ e $0,19$; $L_{\infty} = 7,73$ e $7,36$ e $t_0 = 1,62$ e $4,11$.

Stegastes rocasensis

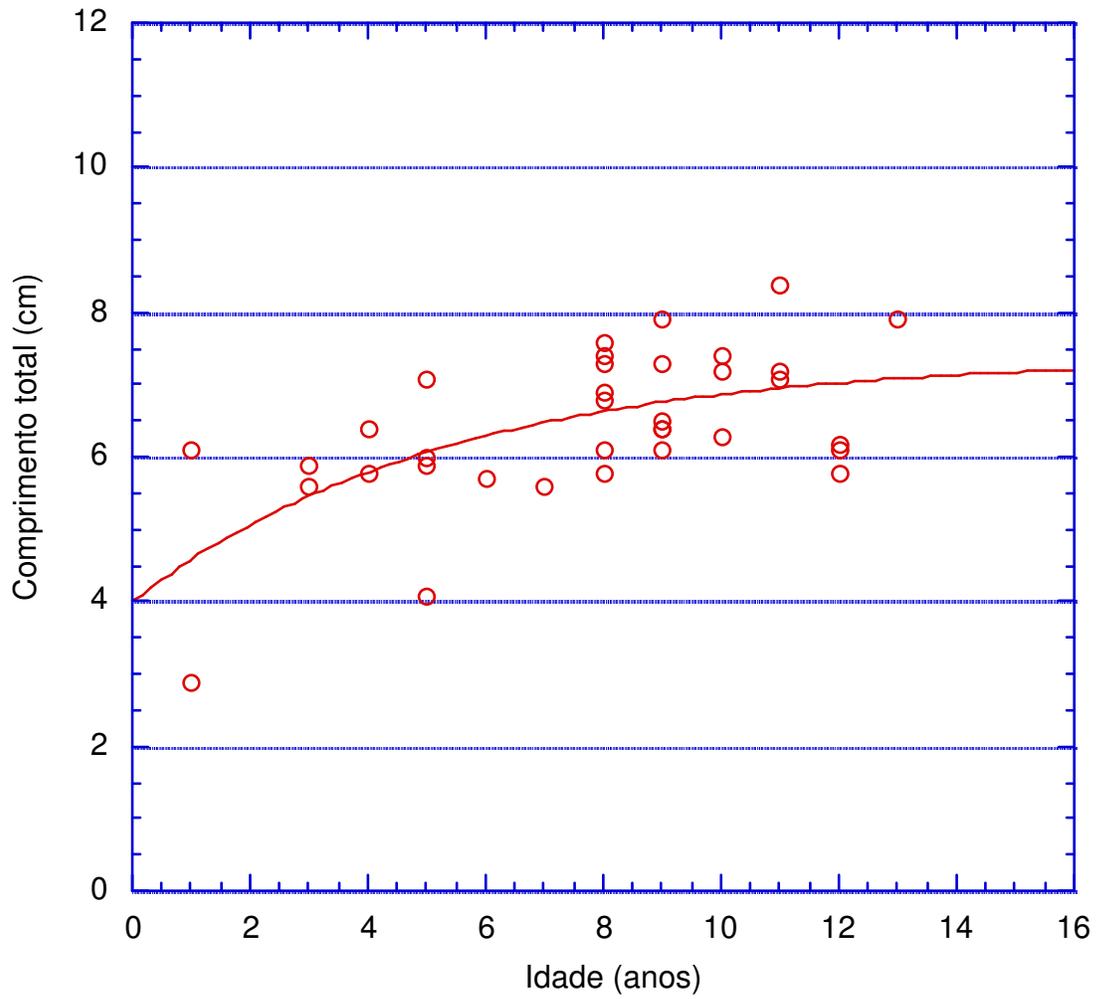


Figura 29. Curva de crescimento de *S. rocasensis* com leitura dos otólitos seccionados.

Stegastes rocasensis

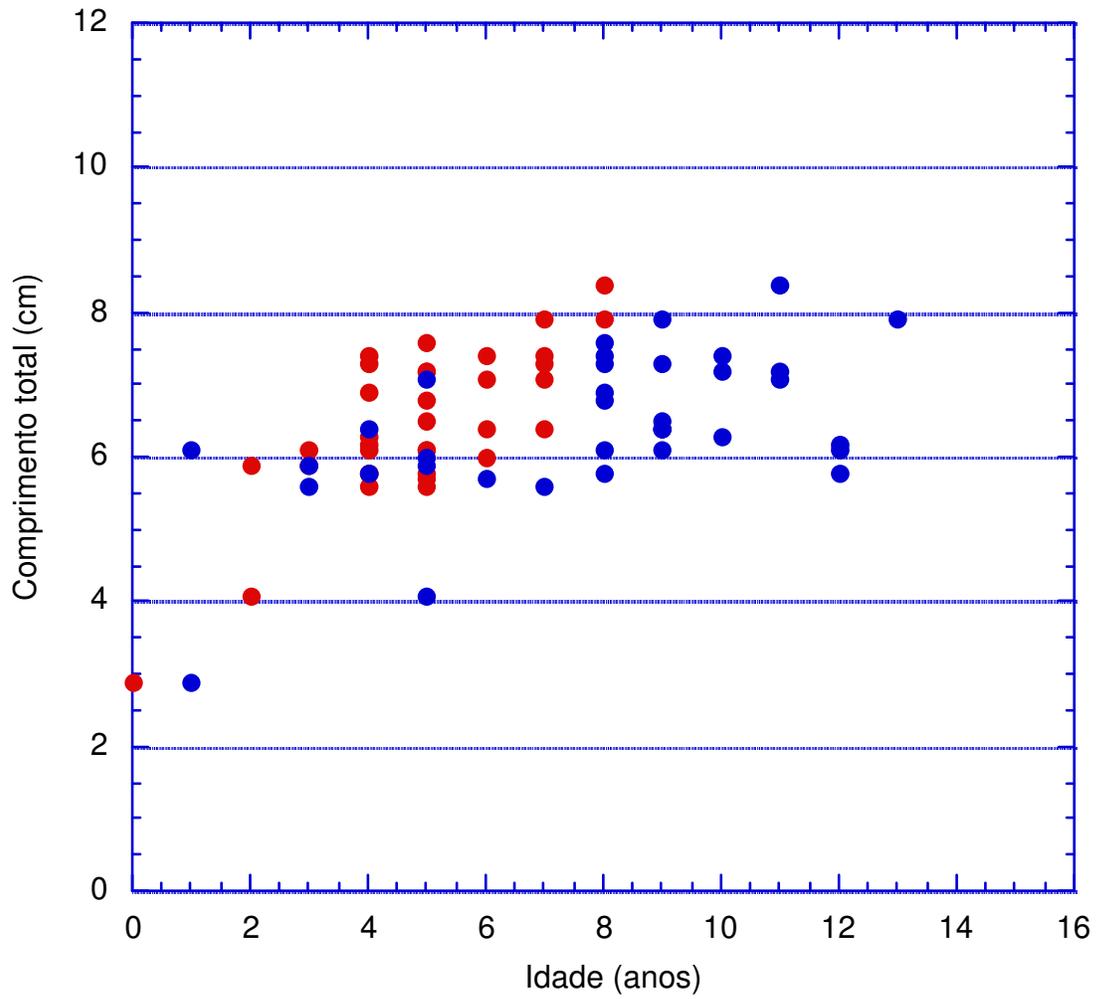


Figura 30. Curva comparativa para leituras de otólitos inteiros (vermelho) e seccionados (azul) de *S. rocasensis*.

3.4.2 – *Stegastes sanctipauli*

Para análise dos parâmetros de idade e crescimento foram lidos um total de 66 otólitos para a espécie *S. sanctipauli*. A coleta seletiva possibilitou a obtenção de diferentes classes de tamanho, mesmo com um N-total reduzido (Figuras 31). A amostra de otólitos coletada também foi analisada em relação à biometria (Figura 32) e peso do otólito (Figura 33 e 34).

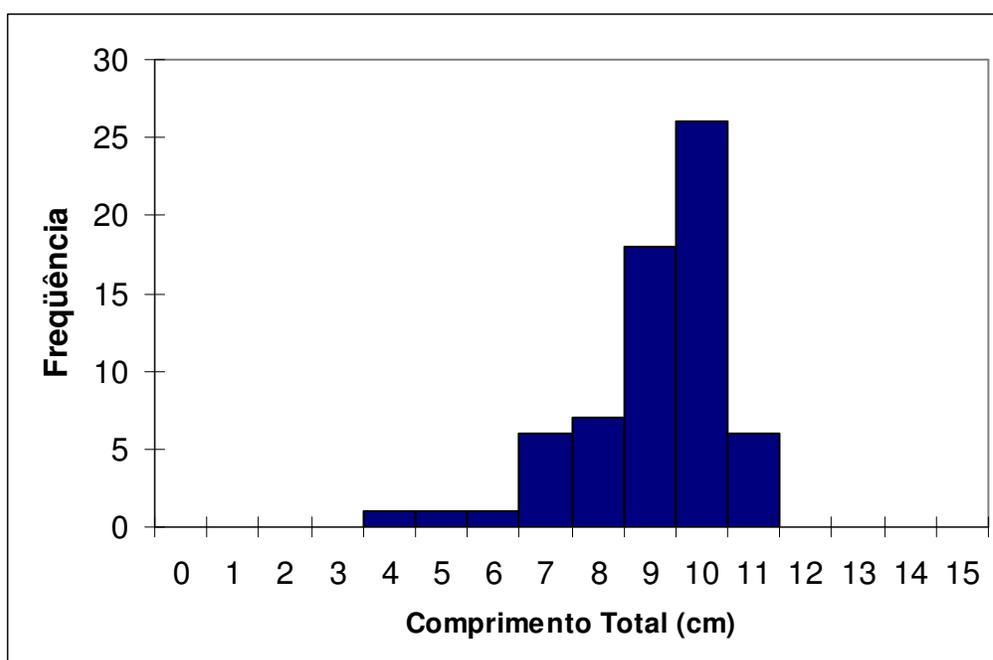


Figura 31. Frequência de Tamanho (*S. sanctipauli*).

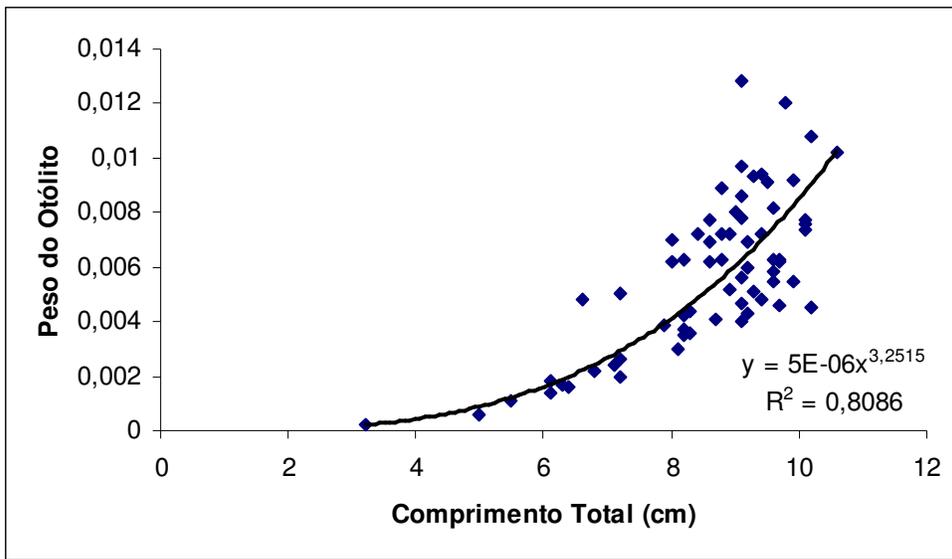


Figura 32. Relação entre Peso do otólito e Comprimento Total (*S. sanctipauli*).

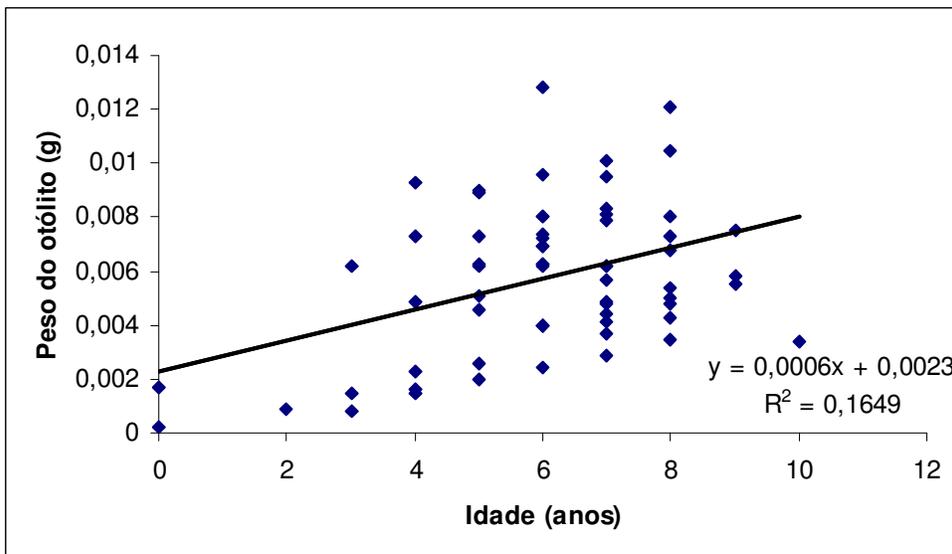


Figura 33. Relação entre Peso do otólito e Idade de otólitos inteiros (*S. sanctipauli*).

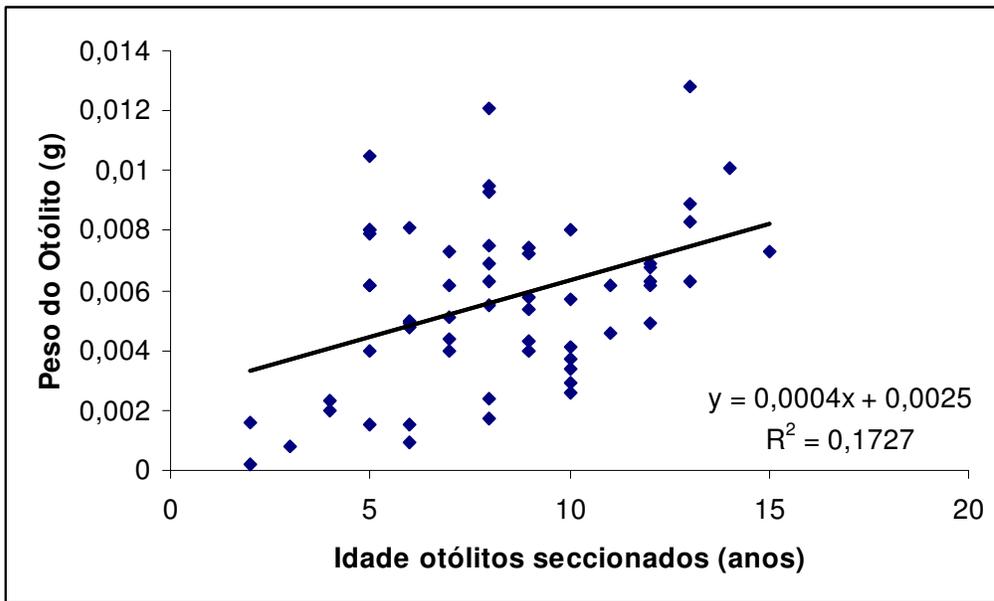


Figura 34. Relação entre Peso do otólito e Idade de otólitos seccionados (*S. sanctipauli*).

Para otólitos inteiros da espécie *S. sanctipauli* a idade mínima observada foi de 0 anos e a máxima de 10 anos (Figura 35). Para otólitos observados seccionados a idade mínima foi de 02 anos e a idade máxima foi de 15 anos (Figura 36). Quando observada a curva de comparação entre leitura de otólitos inteiros e seccionados pode-se observar um aumento na amplitude de idades para *S. sanctipauli* (Figura 37). Os resultados dos parâmetros de crescimento foram, para otólitos inteiros e seccionados respectivamente, $k = 0,18$ e $0,53$; $L_{\infty} = 10,94$ e $9,00$ e $t_0 = 2,66$ e $0,70$.

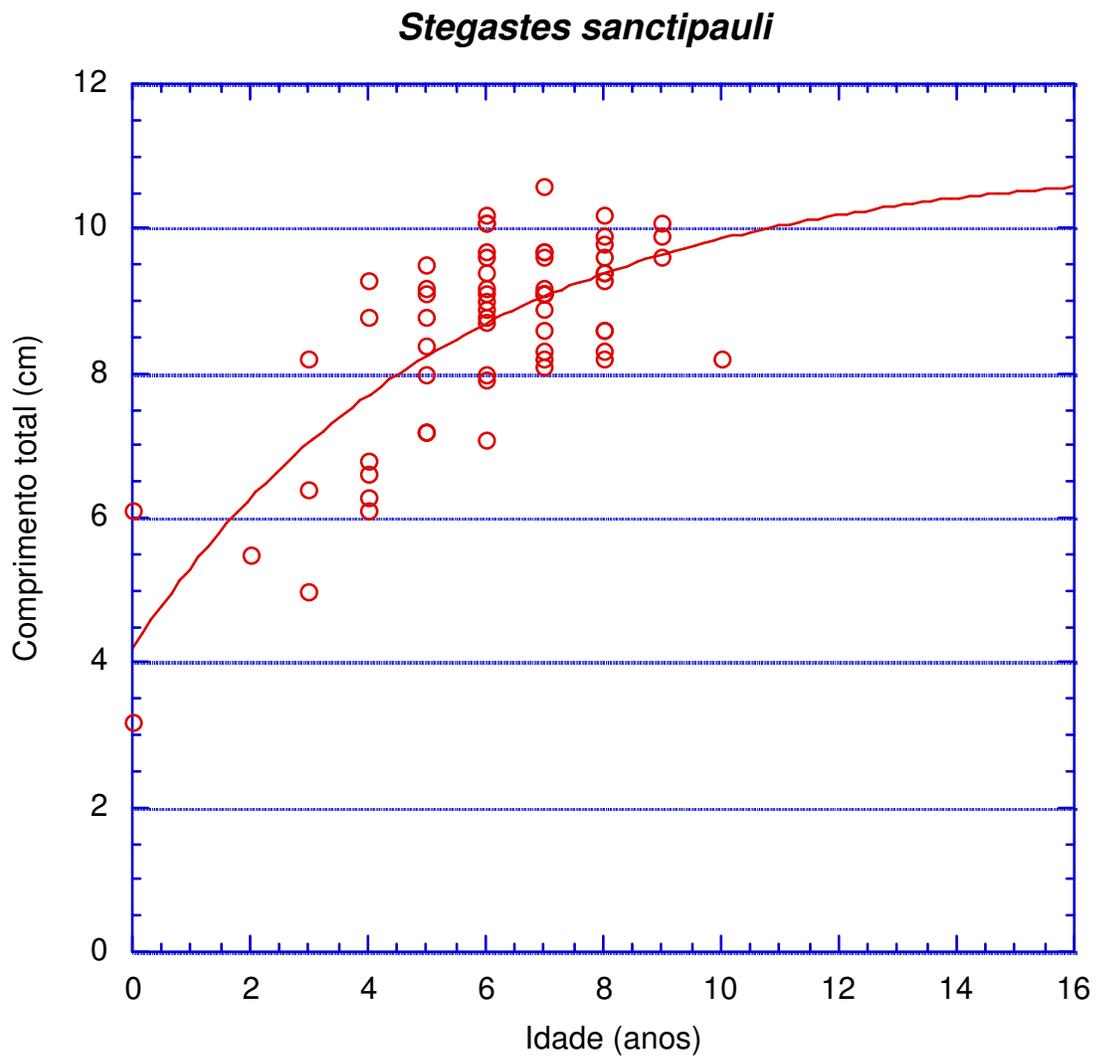


Figura 35. Curva de crescimento de *S. sanctipauli* com leitura de otólitos inteiros.

Stegastes sanctipauli

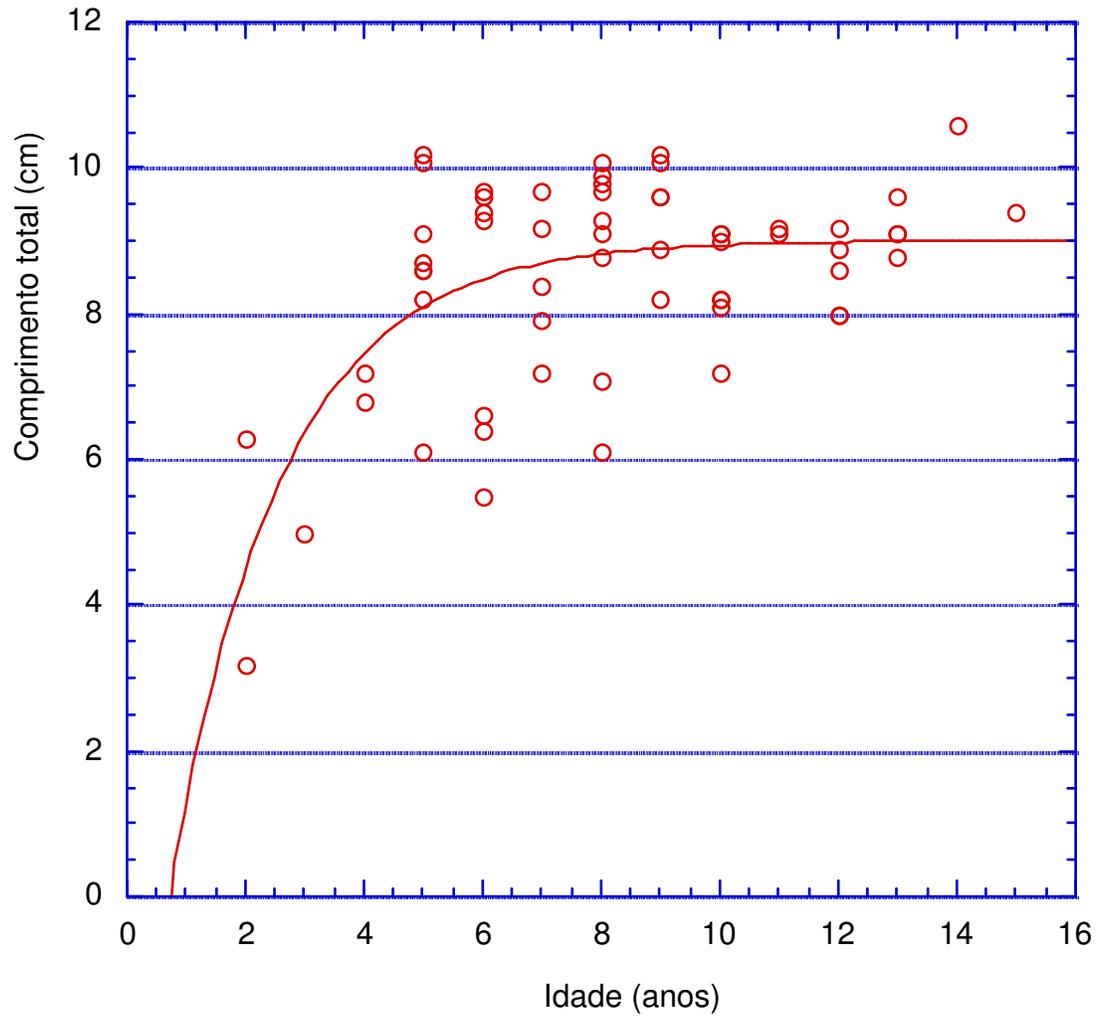


Figura 36. Curva de crescimento de *S. sanctipauli* com leitura de otólitos seccionados.

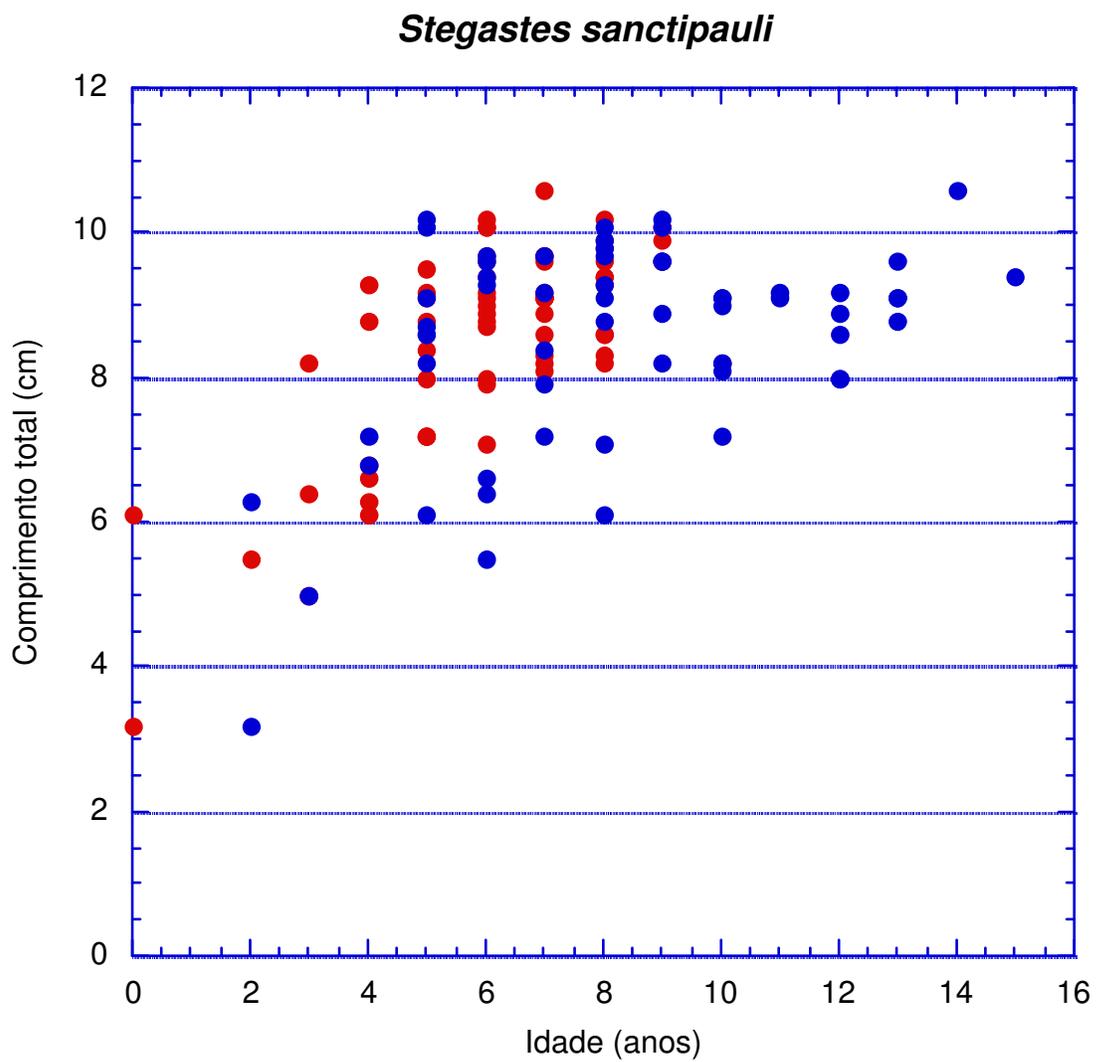


Figura 37. Curva comparativa para leituras de otólitos inteiros (vermelho) e seccionados (azul) de *S. sanctipauli*.

3.4.3 – Parâmetros das Curvas de Idade e Crescimento de *S. rocasensis*, *S. sanctipauli* e *S. fuscus*

Tabela 4. Parâmetros da Equação de Von Bertalanffy para as espécies *S. rocasensis*, *S. sanctipauli* e *S. fuscus*.

Espécie	K	L_{∞}	To	N	R	Longevidade
<i>S. rocasensis</i> (inteiros)	0,29	7,73	1,62	36	0,77	8
<i>S. rocasensis</i> (seccionados)	0,19	7,36	4,11	36	0,6	13
<i>S. sanctipauli</i> (inteiros)	0,18	10,94	2,66	66	0,75	9
<i>S. sanctipauli</i> (seccionados)	0,53	9,00	0,70	66	0,61	15
<i>S. fuscus</i> (seccionados)	0,15	11,33	1,93	-	0,75	16

4. Discussão

4.1 CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO

A análise dos censos subaquáticos para contagem de indivíduos de *S. rocasensis* e *S. sanctipauli* mostra que há diferença significativa para os valores de densidade encontrados em diferentes locais específicos. A espécie de *Stegastes* que ocorre no Atol das Rocas (Barretinha e Falsa Barreta) possui uma densidade em torno de três vezes maior do que a espécie que ocorre no local específico estudado no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Enseada). Mesmo nos locais específicos estudados no Atol das Rocas, o quais são bastante próximos, foi detectada uma diferença significativa entre os valores de densidade.

Como a espécie *S. fuscus*, que ocorre na costa do litoral pernambucano (Ferreira, 1994 e Schwamborn, 2002), a espécie *S. rocasensis* é uma das espécies dominantes no ambiente recifal do Atol das Rocas. Esta espécie chega a 13, 5% dos indivíduos encontrados em piscinas recifais sobre anel do atol (Rosa e Moura, 1995 e 1997). Isso ocorre mesmo com a presença neste atol de outra espécie do gênero, *S. pictus*, talvez por esta estar presente em microhabitats diferentes, sendo encontradas sobre o cascalho e próximos a interface do recife com o fundo (Moura, 1998). Segundo Ferreira (1994) *S. pictus* se difere ainda de *S. rocasensis* por possuir dieta exclusivamente baseada em microinvertebrados, possuírem territórios em águas mais profundas e ocuparem a coluna d'água estando assim menos associado ao substrato do que *S. rocasensis*. McGehee (1995) também relaciona o fato de quatro espécies do gênero *Stegastes* do Caribe coexistirem em uma mesma área estudada por se tratarem de espécies com habitats preferenciais diferentes.

A densidade de *S. rocasensis* foi maior na Falsa Barreta (1,83ind/m²) do que na Barretinha (1,53ind/m²). Rodrigues (1995) determinou, na piscina Falsa Barreta, valores de densidade para esta espécie em diferentes profundidades (1m e 3m). A densidade foi maior a profundidades de 3m, com valor de densidade atingindo 1,98ind./m². A metodologia utilizada foi a mesma com diferença apenas no comprimento do transect utilizado (25m). Neste trabalho os territórios de *S. rocasensis* são definidos como locais que possuem reentrâncias e orifícios, com tamanho médio igual a 51cm (±17,94cm).

Já para *S. sanctipauli* foi constatada uma menor densidade local na Enseada (0,53ind./m²). Em expedição realizada ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo, em 1999 a densidade de *S. sanctipauli*, nas piscinas de maré, foi estimada em 1,2ind./m², através da utilização de quadrats (Ferreira, 1999). Sugere-se que esta diferença pode estar relacionada a locais de amostragem (piscinas de maré x enseada) e uso de metodologias diferentes (quadrats x transect).

Na caracterização do Atol das Rocas como Unidade de Conservação (Silva, IBAMA), a cobertura do substrato é constituída principalmente por macroalgas coralinas incrustantes e em menor proporção por corais e outros invertebrados. Já Rodrigues (1995), determinou que para a Piscina Falsa Barreta, no Atol das Rocas, quatro categorias básicas de substrato: Alga, *Siderastrea stellata*, *Zoanthus sociatus* e outros (sedimentos e substrato nu). A cobertura mais freqüente em seu trabalho foi a categoria 'Alga', no entanto foi observado que em locais mais profundos da piscina a cobertura da categoria '*Siderastrea stellata*' era maior do que em locais de menor profundidade. Este trabalho vem corroborar com a hipótese apresentada nos resultados quanto a diferença entre o ambiente recifal encontrado na Falsa Barreta e aquele encontrado na Barretinha.

A rugosidade encontrada na Falsa Barreta (1,26) foi semelhante aquela encontrada no trabalho de Rodrigues (1995) (1,33), realizado no mesmo local e com a mesma

metodologia. Rodrigues determinou ainda que o tamanho do território de *S. rocasensis* é inversamente proporcional à rugosidade.

A espécie congênica, de distribuição costeira, *S. fuscus*, parece ter o tamanho populacional relacionado não apenas com características do substrato mas também com a profundidade. Ferreira (1994), analisando territórios que variaram entre 1 e 5m de profundidade, demonstrou que territórios de *S. fuscus* em áreas de maior profundidade possuem menor biomassa de algas, além de uma menor abundância e diversidade de invertebrados. Assim, indivíduos que ocupam territórios com maiores profundidades precisam de área maior para sustentar os mesmos níveis de consumo. Esta condição pode ser análoga àquela encontrada pelos indivíduos de *S. sanctipauli* que habitam o fundo da Enseada, no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, podendo ser a profundidade também um fator limitante do tamanho da população, juntamente com outras características locais.

Quando comparamos os dados de densidade com a caracterização do substrato deste estudo concluímos que, para este estudo, a estrutura populacional destas espécies é fortemente influenciada tanto pela composição estrutural do ambiente como pela diversidade de cobertura. Enquanto uma maior complexidade estrutural influencia positivamente na quantidade de refúgios e na área de ocupação oferecida, a diversidade de substratos oferece variação de microhabitats e disponibilidade de recursos alimentares. Estas duas variáveis combinadas poderiam ter capacidade de limitar o tamanho da população para estas espécies que possuem hábitos diretamente associados ao substrato, como territorialidade e cultivo de algas como recurso alimentar. Assim este trabalho vem corroborar com as hipóteses apresentadas por Sale, 1991; Ohman e Rajasurya, 1997; Beukers, 1997 e Bergman, 2000.

Jan (2003) sugere ainda que, para a espécie *S. nigricans* estudada em Taiwan, a abundância de recurso alimentar poderia estar influenciando o tamanho do território defendido por esta espécie. Determinando-se que o territorialismo garante o acesso exclusivo ao recurso alimentar, quanto maior for a disponibilidade de recurso alimentar por área, menor o tamanho de território a ser defendido para suprir a necessidade energética do indivíduo. A

disponibilidade de recurso alimentar poderia, no entanto, estar relacionada também a fatores físico-químicos do local e porcentagem de cobertura por outros tipos de substratos como colônias de coral, esponjas e rochas. Assim a rugosidade do substrato favoreceria a uma maior disponibilidade de recursos alimentares mas não atuaria como único determinante a ser considerado no controle da densidade de uma população.

Letourneur (2000), estudando a distribuição espacial de *S. nigricans* em ilhas do Oceano Índico, associou locais de menor densidades às características apresentadas pelo substrato ocupado. Nestes locais o substrato preferencial da espécie estudada, colônias mortas de *Acropora sp*, não constituíam grande porcentagem da cobertura de substrato. Além desta característica, o substrato restante, representado por colônias de corais vivo tinham tamanho moderado, em áreas próximas a superfície e encontravam-se fortemente erodidas por uma grande quantidade (30 ind/m^2) de ouriços-do-mar da espécie *Echinometra mathei*. Apesar dos locais estudados nesta dissertação serem áreas compreendidas em Unidades de Conservação, foi verificado que uma maior riqueza de categorias de substrato, em cada local específico, também se mostrou diretamente relacionada ao aumento de densidade de ambas espécies estudadas, especialmente quando comparada a porcentagem da categoria Coral Duro.

No entanto apesar das duas espécies serem abundantes, não se pode esquecer que por se tratarem de populações de peixes recifais com distribuição restrita, característica de ilhas oceânicas, estas são fortemente afetadas por eventos estocásticos durante o recrutamento, que podem interferir de maneira significativa no tamanho da população (Nanami e Nishihira, 2003). Desta forma é importante lembrar que possíveis impactos ambientais tomam grandes amplitudes quando afetam populações isoladas, principalmente quando são contínuos como por exemplo a liberação de óleos de motor de barcos e botes e outros resíduos como detergentes.

Robertson (2000) em seu trabalho sobre populações de peixes recifais endêmicas de áreas isoladas oceânicas analisa estas populações relacionando outros dois aspectos importantes,

a capacidade de auto-recrutamento e a longevidade destes indivíduos. No seu trabalho fica claro que populações de espécies que possuem alta longevidade têm capacidade de se manter em locais isolados mesmo com uma baixa porcentagem de auto-recrutamento. Assim esta é uma característica que diminui a vulnerabilidade de populações isoladas e faz com que eventos de recrutamento influenciem de maneira indireta. Isso significa que mesmo que alguns fatores venham interferir de forma negativa no recrutamento anual de uma população deste tipo, ainda existem muitos indivíduos de diferentes classes de idades e alta longevidade que compõe esta população, tornado mais difícil a variação na sua estrutura. Ao contrário, espécies de baixa longevidade estariam mais vulneráveis a fatores que interferem no recrutamento, já que uma mudança de um ou dois anos na estrutura da população passa a ser muito mais significativa.

As duas espécies do gênero *Stegastes* estudadas não apresentaram diferença significativa quanto ao tamanho (Comprimento Total). A frequência de tamanhos deixa clara a faixa predominante de tamanho encontrado nestas populações onde de 50 a 70% dos indivíduos amostrados nos censos subaquáticos têm de 4 a 10cm. Isso ocorre mesmo com a diferença de profundidade entre os locais específicos no Atol das rocas (8m) e o local específico no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (18m).

4.2 IDADE E CRESCIMENTO

Apesar de recente, atualmente muitos cientistas utilizam como ferramenta de estudo a determinação de idade e crescimento para o manejo e conservação da ictiofauna recifal de comunidades tropicais (Caldow, 2003). Neste trabalho a leitura de marcas anuais em estruturas de aposição poderá ser usada como base para discussão de estratégias empregadas por peixes recifais endêmicos de baixas latitudes na manutenção de suas populações em ilhas oceânicas.

Caldow (2003), estudando duas espécies de pomacentrídeos (*S. planifrons* e *S. partitus*) no oeste do Atlântico tropical, examinou marcas anuais de crescimento fornecidas por otólitos. Em seu estudo a qualidade das leituras variou entre as duas espécies e entre os locais coletados, no entanto foram descobertas marcas interpretáveis em áreas aonde a variação anual de temperatura chegava apenas a 3°C. Analisando a deposição de incrementos marginais o pesquisador demonstrou que estes eram depositados uma vez ao ano durante o inverno ou no início do verão, sugerindo que pomacentrídeos do Atlântico tropical podem ter sua idade determinada através de técnicas utilizadas em outras regiões tropicais e temperadas.

Tanto para *S. rocasensis* como para *S. sanctipauli* foi observado um aumento exponencial no peso do otólito quando relacionado ao Comprimento Total do indivíduo, o que demonstra que otólitos de *S. rocasensis* e *S. sanctipauli* representam boa ferramenta de estudo para determinação da idade e crescimento das espécies de *Stegastes*. De acordo com Buesa (1987), peixes recifais demersais com tamanhos menores do que 50cm tem taxa de crescimento acentuada nos primeiros anos, atingindo seu tamanho máximo entre as idades de 2-6 anos. A boa correlação linear entre o peso do otólito e sua idade determinada, que pode ser observada para as espécies estudadas reforça a validade de estudos de idade e crescimento em espécies de águas tropicais.

Na análise dos otólitos inteiros, para ambas espécies, foi possível a identificação de bandas translúcidas e opacas como marcas bem definidas ao redor do núcleo. Apesar do pequeno tamanho do otólito destas espécies, de aproximadamente 3mm de comprimento, foi possível a sua leitura em lupa. O processo de queima dos otólitos, sugerido por Christensen (1964) não foi utilizado, pois os deixava ainda mais frágeis e algumas vezes quebradiços, assim como pelo fato da amostra ser limitada, não podendo haver risco de perdas.

A leitura de otólitos seccionados foi realizada com o uso de microscópio, devido a espessura dos cortes possibilitar melhor condição de visualização de pontos do otólito que, quando inteiros, eram mais espessos e opacos apresentando maior dificuldade para leitura. A leitura dos otólitos seccionados são mais precisas e deixam ainda mais evidente a existência de marcas periódicas para as espécies estudadas e facilita a visualização dos anéis que se encontram próximos ao núcleo, de formação mais antiga e daqueles que se encontram próximos à borda do otólito, de formação mais recente e menos espaçados uns dos outros.

Desta forma, como demonstrado nos gráficos apresentados, a leitura de otólitos inteiros pode ser influenciada pela dificuldade na visualização de anéis iniciais e dos mais externos, podendo subestimar a longevidade das espécies de *S. rocasensis* e *S. sanctipauli*, concordando com os trabalhos de Rezende (1999), Ferreira e Russ (1995) e Newmans (1996). Após a leitura dos otólitos seccionados a amplitude de idades da amostra encontrada foi maior e a idade máxima foi aumentada em até cinco anos.

A leitura de otólitos inteiros se mostrou eficiente para contagem de idades medianas, ou seja, para contagem dos anéis que não se encontravam nem muito próximos ao núcleo e nem muito próximos às bordas do otólito. Desta forma para que a curva de crescimento seja mais fiel a idades máximas mínimas é necessário a análise de otólitos seccionados.

Para elaboração das curvas de idades e crescimento de *S. rocasensis* e *S. sanctipauli* foram analisados um total de 36 e 66 otólitos respectivamente. O baixo número amostral, principalmente nos extremos da curva de crescimento (menores e maiores tamanhos encontrados na população), podem influenciar o cálculo dos parâmetros de crescimento k e L_{∞} . (Ferreira e Russ, 1995). Os resultados, no entanto, foram suficientes para apontar aspectos relevantes da estrutura da população das duas espécies, especialmente em relação à longevidade.

Como foi observado para *S. fuscus* (Schwamborn e Ferreira, 2002), as espécies *S. rocasensis* e *S. sanctipauli* mostraram ter capacidade de atingir longevidade média, quando comparada a outros peixes recifais, assim como possuem um crescimento lento. Schwamborn e Ferreira (2002), relatam que a longevidade de *S. fuscus* encontrada é uma das maiores já observadas para espécies de pomacentrídeos (15 anos), no entanto foi similar às idades máximas encontradas para *S. rocasensis* e *S. sanctipauli*.

Análises de idade e crescimento similares foram descritas por Fowler (1990) para espécie *Pomacentrus moluccensis* e por Fowler e Doherty (1992) para a espécie *Pomacentrus wardi*, com idades máximas de 10 e 12 anos respectivamente. Kohda (1996) também registra a longevidade de 15 anos para uma espécie de *Stegastes* da Grande Barreira de Corais, na Austrália, através de análise de incrementos anuais.

Segundo Schwamborn e Ferreira (2002) populações de peixes recifais que apresentam alta longevidade e abundância poderiam estar sendo favorecidas pela baixa taxa de predação, já que a população estudada se encontrava em ambiente impactado pela pesca artesanal. No entanto, por possuírem estas características podem demonstrar sua estabilidade e importância na comunidade recifal, como foi registrado para a espécie *S. fuscus* nos recifes de Tamandaré, Pernambuco, a qual afeta diretamente a diversidade deste ambiente recifal. Apesar das espécies estudadas não ocorrerem em ambiente impactado com depleção de predadores, estas demonstraram alta longevidade, o que pode influenciar positivamente sua

estabilidade e perpetuação mesmo sendo populações de áreas restritas. Assim poderíamos explicar a capacidade de peixes recifais endêmicos que mantêm suas populações com espécies muito abundantes e dominantes mesmo quando ocorrem em áreas restritas, como em ilhas oceânicas, ambientes fragmentados e áreas de proteção de pequeno tamanho.

5. Bibliografia

ACERO P. A. Anotaciones ecológicas y sistemáticas sobre los peces de la familia Pomacentridae en el Caribe Colombiano. *An. Inst. Iv. Mar. – Punta Betin Santa Marta, Colombia*, v. 10, p. 249-259, 1978.

ALLEN, G. R.; SMITH, K. N. A new specie of damselfish (Pomacentridae: *Stegastes*) from Ascension Island, Atlantic Ocean. *Rec. Western Australia Museum*, v. 16, n. 1, p. 113-117, 1992.

ARAÚJO, M. E.; FEITOSA, C. V.; Análise de agrupamento da ictiofauna recifal do Brasil com base em dados secundários: Uma avaliação crítica. *Tropical Oceanography*, v. 31, n. 2, p. 171-192, 2003.

BELL, J. D.; CRAIK, G. J. D.; POLLARD, D.A.; RUSSEL, B. C. Estimating lenght frequency distributions of large reef fish underwater. *Coral Reefs*, v. 4, p. 41-44, 1985.

BERGMAN, K. C.; OHMAN, M. C.; SVENSSON, S. Influence of habitat structure on *Pomacentrus sulfureous*, a Western Indian Ocean reef fish. *Environmental Biology of Fishes*, v. 59, p. 243-252, 2000.

BEUKERS, J. S.; JONES, J. P. Habitat complexity modifies the impact of piscivores on a coral reef fish population. *Oecology*, v. 114, p. 50-59, 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza*. Brasília, 2000.

BUESA, R. J. Growth rate of tropical demersal fishes. *Marine Ecology Prog. Ser.*, v. 36, p. 191-199, 1987.

CALDOW, C; WELLINGTON, G. M . Patterns of annual increment formation in otoliths of pomacentrids in the tropical western Atlantic: implications for population age-structure examination. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 265, 185-195, 2003.

CARVALHO-FILHO, A. *Peixes: Costa Brasileira*. 3. ed. Ed. Melro, São Paulo – SP. 320 p., 1999.

CASTELNAU, F. L. *Animaux nouveaux ou rares recullis pendant l'expédition dans les parties centrales de l'Amérique du sud, de Rio de Janeiro a Lima*. 112 p., 1855.

CHRISTENSEN, J. M. Burning otolith, a technique for age determination Solea and other fish. *Journal du Conseil*, v. 29, p. 73-81, 1964.

CUVIER, G.; VALENCINNES, A. *Historie naturelle des poissons*, 374 p., 1830.

EAKIN, C. M.; McMANUS, J. W.; SPALDING, M. D.; JAMESON, S. C. Coral reef status around the world: Where are we and where do we go from here? *Proceedings of 8th International Coral Reef Symposium*, v. 1, p. 277-282, 1997.

Emery, A. R. A new species of damselfish (Pisces: Pomacentridae) from eastern of Southern America. *Copeia*, v. 2, p. 330-335, 1972.

Emery, A. R. Comparative ecology and functional osteology of fourteen species of damselfish (Pisces: Pomacentridae) at Alligator Reef, Florida keys. *Bulletin of Marine Science*, v. 23, n.3, p. 649-769, 1973.

FEITOZA, B. M.; ROCHA L. A.; LUIZ-JUNIOR, O. J.; FLOTER, S. R.; GASPARINI, J. L. Reef Fishes of Saint Paul's Rocks: New records and notes on biology and zoogeography. *Journal of Ichthyology and Aquatic Biology*, v. 7, n. 2, p. 61-82, 2003.

FERREIRA, B. P.;RUSS, G.R. Population structure of the leopard coral grouper, *Plectropomus leopardus*, on fished and unfished reefs of Townsville, Central Great Barrier Reef, Australia. *Fishery Bulletin*, v. 93, p. 629-642, 1995.

FERREIRA, B. P.;VUELTA, C. B.; TEIXEIRA, S.;NUNES, C. R. R. Distribuição e abundancia de *Stegastes sanctipauli* (Teleostei: Pomacentridae) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. *Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar* (Relatório Técnico), 1999.

FERREIRA, C. E. L. *Ecologia da herbivoria por Stegastes fuscus (Cuvier, 1830) (Pisces: Pomacentridae), na região do Arraial do Cabo, RJ.* 1994. Dissertação de Mestrado. Ecologia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos – SP.

FERREIRA, B. P. e RUSS, G. Population structure of the leopard coral grouper, *Plectropomus leopardus*, on fished and unfished reefs of Townsville, Central Great Barrier Reef, Australia. *Fishery Bulletin*, v. 93, p. 629-642, 1995.

FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L.; The southwestern Atlantic reef fish fauna: Composition and biogeographic patterns. *Journal of Fish Biology*, v. 56, p. 1099-1114, 2000.

FOWLER, A. J. Validation of annual growth increments in the otoliths of a small, tropical coral reef fish. *Marine Ecology Progress Series*, v. 64, p. 25-38, 1990.

FOWLER, A. J.; DOHERTY, P. J. validation of annual growth increments in the otoliths of two species of damselfish from the Southern Great Barrier Reef. *Australian Journal Marine Freshwater Res.*, v. 43, p. 1057-1068, 1992.

GBRMMPA, Great Barrier Reef Marine Park Authority. *Workshop Series 3*. Australia, 1985.

HAWKINS, J. P.; ROBERTS, C. M.; CLARK, V. The threatened status of restricted-range coral reef fish species. *Animal Conservation*, v. 3, p.81-88, 2000.

GINSBURG, R. N. *Proceedings of the Colloquium on Global Aspects on Coral reefs: Health, Hazards and History*, Miami, Florida.

HALLOCK, P. Reef and Reefs Limestones in Earth history. In: *Life and Death of Coral Reefs* [edited by: Birkeland, C.]. Ed. Chapman and Hall, University of Guam. Cap. 2, p. 13-42, 1997.

HARRINGTON, M. E. Aggression in damselfish: Adult-juvenile interactions. *Copeia*, v. 1, p. 67-74, 1993.

HILBORN, R. e WALTERS, C. F. *Quantitative fisheries stock assessment*, p. 570, 1992. New York: Chapman e Hall.

HODGSON, G. Coral reef monitoring and management using Reef Check. *Reef Check Global Survey program, Integrated coastal zone management*. Hong Kong, 1999.

JAMESON, S. C.; McMANUS, J. W.; SPALDING, M. D. State of the reefs: Regional and Global perspectives. *International Coral Reefs Initiative*, 32 p., 1995.

Jones, C.M. Development and application of the otolith increment technique. In: *Otolith microstructure examination and analysis* [edited by: Stevenson, D.K. e Campana, S.E.]. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, v. 1, n. 11, p. 117, 1992.

JONES, G. P. Post-recruitments processes in the ecology of coral reef fish populations: A multifactorial perspective. In: *The ecology of fishes on Coral Reefs* [Edited by: Sale, P. F.], p. 294-330, 1991.

JOYEUX, J. C.; FLOETER, S. R.; FERREIRA, C. E. L.; GASPARINI, J. L. Biogeography of tropical reef fishes: The South Atlantic puzzle. *Journal of Biogeography*, v. 28, p. 831-841, 2001.

KOHDA, M. A damselfish living for more than 15 years: a longevity record for small reef fishes. *Ichthyological Reserach*, vol. 43 (4), p. 459-462, 1996.

LEIS, J. M. The pelagic stage of reef fishes: the larval biology of coral reef fishes. In: *The ecology of fishes on Coral Reefs* [Edited by: Sale, P. F.]. Cap 8. p. 183-230, 1991.

LETOURNEUR, Y. Spatial and temporal variability in territoriality of a tropical benthic damselfish on a coral reef (Réunion Island). *Environmental Biology of Fishes*, vol. 57, p. 377-391, 2000.

LIMA, S. H. A. Biologia populacional de *Stegastes fuscus* Curvier 1830 (Teleostei, Pomacentridae) dos recifes de Tamandaré, Pernambuco, Brasil. 1997. Dissertação de Mestrado. Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE.

LOBEL, P. S. Herbivory by damselfishes and their role in coral reef community ecology. *Marine Science*, v. 30, p. 273-303, 1980.

LOWE-McCONNELL, R. H. estudos sobre peixes demersais. In: *Estudos ecológicos de comunidades de peixes recifais*. Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP. 1999. Cap. 9, p. 219-230.

LUBBOCK, R e EDWARDS, A. The fishes of Saint Paul's Rock. *Journal Fish Biology*, v. 18, p. 135-157, 1981.

KING, M. Fisheries biology, assessment and management. *Fishing New Books*, 1995.

MAIDA, M. e FERREIRA, B. P. Coral reefs of Brazil: an overview. *Proc. 8th Int. Coral Reef Sym.* v. 1, p. 263 – 274, 1997.

MATTSON, W. J. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* v. 11, p. 119-161, 1980.

McALLISTER, D. E. What is the status of the world's coral reef fishes. *Sea Wind*, v. 5, p. 14-18.

McGEHEE, M. A. Juvenile settlement, survivorship and in situ growth rates of four species of Caribbean damselfishes in the genus *Stegastes*. *Environmental Biology of Fishes*, v. 44, p. 393-401, 1995.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil*, v. 5, n. 4 (Teleostei), 105 p., 1985.

Morales-Nin, B. Ultrastructure of the organic and inorganic constituents of the otoliths of the sea bass. *In: The age and growth of fish* [edited by: Robert C. Summerfelt e Gordon E. Hall]. *Amas*, Iowa. p. 331-343, 1987.

MORALES-NIN, B. Growth determination of tropical marine fishes by means of otolith interpretation and length frequency analysis. *Aquat. Living Resources*. v. 2, n.4, p. 241-253, 1989.

MOURA, R L. *Atividade, distribuição e táticas alimentares de uma comunidade de peixes do Atol das Rocas*. 1998. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo – SP.

MOYLE, P. B. *Fishes – An introduction to ichthyology*. Ed. Prentice-Hall International. 3a edição, 1996.

NANAMI, A.; NISHIHARA, M. Population dynamics and spacial distribution of coral reef fishes: comparison between continuous and isolated habitats. *Environmental Biology of Fishes*, v. 68, p. 101-112, 2003.

NELSON, J. S. *Fishes of the world*. 3. ed., Nova York, 1994.

NEWMANS, S. J.; WILLIAMS, D. McB.; RUSS, G. R. Age validation, growth and mortality rates of the tropical snappers (Pisces: Lutjanidae) *Lutjanus adetti* (Castelnau, 1873) and *L. quiquelineatus* (Bloch, 1790) from the Central Great Barrier Reef, Australia. *Marine Freshwater Res.*, v. 47, p. 575-584, 1996.

NOVELLI, R. *Revisão taxonômica das espécies do Gênero Stegastes Jenyns, 1842 (Pomacentridae: Teleostei) ocorrentes no Brasil*. 1998. Tese de Doutorado. Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, RJ.

OHMAN, M. C.; RAJASURIYA, A. Relationships between habitat structure and fish community on coral and sandstones reefs. *Environmental Biology of Fishes*, v. 53, p. 19-31, 1998.

REEF CHECK. www.reefcheck.org.

REZENDE, S. M. *Idade e Crescimento do dentão, Lutjanus jocu (Bloch e Schneider, 1801) (Pisces Teleostei: Lutjanidae) na costa nordestina do Brasil*. 1999. Dissertação de Mestrado. Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE.

ROBERTS, C. M. Coral Reefs: health, hazards and history. *Trends. Ecology Evolution*, v. 9, p. 425-427, 1993.

RODRIGUES, M. C. M. *Efeito do territorialismo de Stegastes rocasensis (Pisces: Pomacentridae) sobre a comunidade de algas e fauna associada na Reserva Biológica do Atol das Rocas*. 1995. Dissertação de Mestrado. Ecologia, Universidade de Brasília. Brasília – DF.

ROOKER, J.; RECKSIECK, C. The effects of training with fish models in estimating lengths of fish underwater. *Proc. Gulf. Caribbean Fishery Institute*, v. 41, p. 321-331, 1992.

ROSA, R. S.; MOURA, R. L. Community structure of reef fishes in the biological reserve Atol das Rocas, off Brazil. *Annual Meeting*, 1995.

ROSA, R. S.; MOURA, R.L. Visual assessment of reef fish community structure in the Atol das Rocas Biological Reserve, off Northeastern Brazil. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, v. 1, p. 983-986, 1997.

RUPPERT e BARNES, E. *Zoologia dos Invertebrados*. São Paulo. Ed. Roca. 6^a edição, 1996.

SALE, P. F. Mechanisms of coexistence in a guild of territorial fishes at Heron Island. *Proceedings of the 2th International Coral Reef Symposium*, v. 1, p. 193-206, 1974.

SALE, P. F. *The ecology of fishes on Coral Reefs*. Ed. Academic Press, Inc. Cap. 1, 1991.

SHCWAMBORN, S. H. L.; FERREIRA, B.P Age structure and growth of the dusky damselfish *Stegastes fuscus*, from Tamandaré reefs, Pernambuco, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 63, p. 79-88, 2002.

SILVA, M. B.; CAMPOS, C. E. C.; TARGINO, S. G. Atol das Rocas: Primeira unidade de conservação marinha do Brasil e único atol do Oceano Atlântico Sul. *Gerenciamento Costeiro Integrado – Unidades de Conservação*, p. 27-28.

SMITH, S. V. coral reef area and the contributions of reefs to processes and resources of the world's ocean. *Nature*, v. 273, p. 225-226, 1978.

SMITH, C. L.; TYLER, J.C. Space resource sharing in a coral reef fish community. *Bulletin of the Natural History Museum*, v. 14, p. 125-170, 1972.

THRESHER, R. E. Geographic variability in the ecology of coral reef fishes: evidence, evolution and possible implications. *In: The ecology of fishes on Coral Reefs* [Edited by: Sale, P. F.]. Cap 15, p. 401-436, 1991.

VICTOR, B.C. Settlement strategies and biogeography of reef fishes. *In: The ecology of fishes on Coral Reefs* [Edited by: Sale, P. F.]. Cap. 9, p. 231-259, 1991.

WALDNER, R.E.; ROBERTSON, D.R. Patterns of habitat partitioning by eight species of territorial Caribbean damselfishes (Pisces: Pomacentridae). *Marine Science*, v. 30, p. 160-186, 1980.

WELLINGTON, G. M.; VICTOR, B. C. Planctonic larval duration of one hundred species of Pacific and Atlantic damselfishes (Pomacentridae). *Marine Biology*, v. 101, p. 557-567, 1989.

WILKINSON, C. R. Coral reefs of the world are facing widespread devastation: Can we prevent this through sustainable management practices? *Proceedings of 7th International Coral Reef Symposium*, v. 1, p. 11-21, 1992.

WILLIAM, D. M. Dynamics of Pomacentridae community on small patch reefs on One Tree Lagoon (Great Barrier Reef). *Marine Science*, v. 30, p. 148-158, 1980.