



UNIRIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

ESCOLA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

NÚCLEO DE ESTUDOS TAFONÔMICOS

**ANÁLISE DOS ORGANISMOS PERFURANTES E
INCRUSTANTES ASSOCIADOS AOS CORAIS DA REGIÃO
DE ABROLHOS-BAHIA**

BÁRBARA CRISTINA PELACANI DA CRUZ

Rio de Janeiro

Fevereiro – 2009

MONOGRAFIA DESENVOLVIDA NO NÚCLEO DE ESTUDOS
TAFONÔMICOS (NEST) DA ESCOLA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ECB)
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
(UNIRIO)



UNIRIO

**ANÁLISE DOS ORGANISMOS PERFURANTES E INCRUSTANTES
ASSOCIADOS AOS CORAIS DA REGIÃO DE ABROLHOS-BAHIA**

BÁRBARA CRISTINA PELACANI DA CRUZ

ORIENTADORA: PROFESSORA DOUTORA MARIA CÉLIA ELIAS SENRA

Monografia apresentada ao Curso de Bacharel em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas

BANCA EXAMINADORA:

MSc. Alan de Paiva Bernardes (PPGG/IGEO/UFRJ)

MSc. Rommulo Mendes Carvalho Barreiro (PPGG/IGEO/UFRJ)

Rio de Janeiro, 17 de fevereiro de 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

CRUZ, BÁRBARA CRISTINA PELACANI

ANÁLISE DOS ORGANISMOS PERFURANTES E INCRUSTANTES
ASSOCIADOS AOS CORAIS DA REGIÃO DE ABROLHOS-BAHIA

Escola de Ciências Biológicas – UNIRIO, 2009.

Monografia (Graduação) Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Bacharel em Ciências Biológicas.

1. Bioerosão 2. Incrustação 3. Abrolhos

I. CRUZ, BÁRBARA CRISTINA PELACANI II. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Escola de Ciências Biológicas - ECB.

Ao meu avô Luiz (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Dra. Maria Célia por aceitar a orientação deste estudo e conduzir seu desenvolvimento, me dando a oportunidade de trabalhar nesta área fascinante.

Ao CNPq, pela bolsa concedida durante a pesquisa.

Ao mestre de embarcação Sr. Paulo e seu filho Pedro que, com muita simpatia e dedicação, ajudaram na coleta e na chegada aos pontos exatos das estações de amostragem.

Ao professor Ricardo Cardoso pelos esclarecimentos com as dúvidas estatísticas.

Aos meus amigos Carlos Eduardo Arlé, Juliana Magalhães, Lorena Pinheiro, Marcos Bouças e Paula Motta pela ajuda nas coletas e nas análises de laboratório.

Aos revisores deste trabalho, Daniel Rebelo, Luiza Pelacani e Paula Motta, que me ajudaram na conexão das idéias e na verificação de erros, que passaram quase despercebidos.

Aos meus pais Luiz e Márcia, e a minha avó Jurema, que sempre me incentivaram, torceram por mim e deram muito apoio para que meu trabalho fosse feito da melhor maneira possível.

À minha irmã Luiza que foi fundamental para que este trabalho fosse realizado, estando presente em todos os momentos, desde a coleta das amostras até a revisão dos textos, sempre me ajudando a esclarecer dúvidas que pareciam sem solução, trazendo de volta o entusiasmo para seguir em frente.

Ao meu namorado Daniel, por participar desta etapa, me ajudando com os textos e dando o apoio essencial para que este trabalho fosse concretizado.

*"Quando você quer alguma coisa, todo o Universo
conspira para que você realize o seu desejo."*

Paulo Coelho

RESUMO

Os recifes de coral encontram-se entre os ecossistemas mais produtivos e com maior biodiversidade, e apesar de sua grande importância, vêm sendo degradados de forma irreversível. A presença de organismos perfurantes e incrustantes contribui para a destruição e consolidação da estrutura coralínea, respectivamente. O estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência destes organismos em 3 estações da região de Abrolhos: Recifes de Sebastião Gomes, Coroa Vermelha e Pedra de Leste, que possuem diferentes taxas de sedimento acumulado. As ocorrências dos organismos foram analisadas através de contagem e medição, que tiveram maior ocorrência na parte da base do coral coberta por alga calcária. Os principais organismos encontrados foram esponjas, bivalvíos, algas calcárias, poliquetas incrustantes e briozoários. A abundância dos organismos foi correlacionada com a taxa de sedimento acumulado, de tal modo que a estação Sebastião Gomes, que possui maior taxa de sedimento acumulado, teve maior ocorrência e ocupação pelos organismos estudados. Já a menor ocorrência e ocupação pelos organismos, foi encontrada na estação Pedra de Leste, que possui menor taxa de sedimento acumulado.

ABSTRACT

Coral reefs are among the most productive and biologically diverse ecosystems, and despite of their importance, they have been degraded in an irreversible way. The presence of borers and encrusters organisms will contribute to destruction and consolidation of coral structure, respectively. The aimed of the study was to evaluate the occurrences of these organisms in three stations from the Abrolhos area, Reefs of Sebastião Gomes, Coroa Vermelha and Pedra de Leste, where there are different sediment accumulation rates. The occurrences of these organisms were analyzed through counting and measuring. There were more occurrences in the base of coral, covered with calcareous algae. The main organisms found were sponges, bivalves, calcareous algae, encrusting worms and bryozoans. The abundance of organisms was correlated with the sediment accumulation rates, such as Sebastião Gomes station, which has the higher sediment accumulation rate, presented the largest occurrence and occupation by the organisms studied, moreover the lowest occurrence and occupation by the organisms were found in Pedra de Leste station, which there is the lowest sediment accumulation rate.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Bioerosão	4
1.1.1. Esponjas	6
1.1.2. Biválvios	6
1.1.2.1. <i>Lithophaga</i>	7
1.1.3. Poliquetas	7
1.1.4. Sipúnculos	8
1.1.5. Cryptochiridae	9
1.1.6. Cirripedia	9
1.2. Organismos incrustantes	10
1.2.1. Algas Calcárias	10
1.2.2. Briozoários	11
1.2.3. Poliquetas incrustantes	11
1.2.3.1. <i>Pomatoceros</i>	11
1.2.3.2. <i>Spirorbis</i>	12
1.3. Objetivo	12
2. ÁREA DE ESTUDO	13
2.1. Localização	13
2.2. Características abióticas	14
2.3. Clima	15
2.4. Parâmetros oceanográficos	16
2.5. Os recifes de coral da região de Abrolhos	16
2.5.1. Morfologia	16
2.5.2. Sistemática e descrição da espécie de coral estudada	17
2.5.3. Caracterização do sedimento inter-recifal	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1. Trabalho de campo	20
3.2. Análises de laboratório	21

3.3. Acervo	23
3.4. Correlações dos dados	23
4. RESULTADOS	25
4.1. Dados dos corais	25
4.2. Organismos encontrados	27
4.3. Registros dos organismos analisados	28
4.3.1. Ocorrência de organismos perfurantes e incrustantes	28
4.3.2. Localização das ocorrências de organismos perfurantes e incrustantes	30
4.3.3. Taxa de ocupação por organismos perfurantes e incrustantes	31
4.3.4. Correlações	34
4.3.5. Correlações de Pearson	37
4.4. Comparações entre as estações de amostragem	38
4.4.1. Ocupações dos organismos	39
4.4.2. Comparação entre as ocupações pelos grupos de perfurantes e incrustantes	40
4.4.3. Teste Kruskal Wallis	41
4.4.4. <i>Boxplot's</i>	41
5. DISCUSSÃO	43
5.1. Ocorrência X Ocupação	43
5.2. Localização dos organismos	43
5.3. Organismos perfurantes	44
5.4. Organismos incrustantes	46
5.5. Relações entre organismos perfurantes e incrustantes	46
5.6. Relação entre os organismos, tamanho e densidade dos corais	47
5.7. Taxas de acumulação de sedimento	48
6. CONCLUSÃO	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1. INTRODUÇÃO

Os recifes de coral são ecossistemas marinhos de águas quentes e claras tendo como principal componente formador os corais. Sob o ponto de vista geomorfológico, são estruturas rochosas, rígidas, resistentes à ação das ondas e correntes marinhas, construídas por organismos portadores de esqueleto calcário (Leão, 1994).

Apesar de estimativas sugerirem que os recifes modernos ocupam apenas uma faixa de aproximadamente 0,1 - 0,5% do assoalho oceânico, sua influência é global e multifacetada (Moberg & Folke, 1999). Este ecossistema encontra-se entre os mais produtivos e com maior biodiversidade da Terra, ocupando o segundo lugar em riqueza, perdendo apenas para as florestas tropicais, abrigando e alimentando cerca de 9 milhões de espécies (Knowlton, 2001). Destacam-se dessa forma, uma enorme variedade de espécies de peixes, moluscos, anêmonas, equinodermas, gorgônias, esponjas, crinóides, holotúrias, micro e macroalgas e poliquetas. Quase um terço dos peixes marinhos do mundo é encontrado neste ambiente (McAllister, 1991), sendo que alguns representam fonte de alimento para a população.

Os recifes criam ambientes de beleza única atraindo muitos turistas e mergulhadores, trazendo benefícios econômicos para a região. Ademais, estas estruturas proporcionam proteção à zona costeira e são importantes como locais de suprimento de carbono orgânico e como reguladores do dióxido de carbono atmosférico (Wood, 1998).

No total, acredita-se que 500 milhões de pessoas que vivem em países em desenvolvimento, têm algum tipo de dependência associada aos recifes de coral (Wilkinson, 2002) e, por esta razão, a saúde destes os afeta diretamente. No entanto, este ecossistema está seriamente ameaçado, tendo em vista uma estimativa de degradação irreversível de 27% dos recifes do mundo. No ritmo atual, previsões indicam que uma perda semelhante ocorrerá nos próximos 30 anos (Mathews-Amos & Berntson, 2002).

Vários são os fatores que vêm contribuindo para tal degradação, sendo que atividades antropogênicas são as causas mais sérias e duradouras (Oliveira *et al.*,

2005), onde geralmente, os recifes de baixa profundidade em áreas densamente povoadas são os mais afetados. Ameaças oriundas destas atividades são o desflorestamento, dragagens na zona litorânea, agricultura intensiva, desenvolvimento desordenado, urbanização e, conseqüentemente, um aumento dos nutrientes e da carga de sedimentos. A coleta excessiva de organismos recifais, métodos pesqueiros destrutivos, turismo desordenado, doenças e a mudança climática global são, igualmente, outros elementos da degradação do ambiente coralíneo (Wilkinson & Buddemeier, 1994; Moberg & Folke 1999).

Ao longo da costa do Estado da Bahia, a incidência das já mencionadas atuações humanas, vêm afetando a condição dos recifes, sendo que as principais ameaças locais são: o aumento anormal da eutrofização das águas nos arredores recifais, em áreas altamente povoadas (Costa Jr., 1988; Costa Jr. *et al.*, 2000), a taxa de bioerosão dos recifes influenciada pelo enriquecimento dos nutrientes, favorecendo a atividade dos animais planctívoros (Santa-Izabel *et al.*, 2000; Reis, 2001; Santa-Izabel, 2001; Reis & Leão, 2003), os efeitos do aumento da taxa de acumulação de sedimento nas condições vitais dos corais construtores de recifes na região costeira de Abrolhos (Dutra, 2003; Dutra *et al.*, 2004), bem como a pressão do turismo marinho nos recifes localizados em áreas não protegidas e em áreas abertas ao mergulho recreativo no Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (Spanó, 2004).

Sedimentos em áreas de recifes de coral podem afetar negativamente a ecologia, a fisiologia, o crescimento e a composição de suas comunidades (Dutra *et al.*, 2004). Diversos trabalhos sobre estes ambientes (Leão, 1996; Kikuchi & Leão, 1998; Leão & Kikuchi, 1999; Leão *et al.*, 2001) têm sugerido que o provável aumento do aporte de sedimento nas áreas recifais costeiras é de origem natural, em decorrência da regressão do nível do mar que ocorreu no final do Quaternário, aproximando a linha da costa dos recifes. Além disso, tais trabalhos sugerem que este processo deve ter aumentado no Recente, muito provavelmente devido a impactos antropogênicos, acarretando efeitos negativos à vitalidade deste ecossistema.

Uma relação entre as altas taxas de acumulação de sedimento com o alto grau de endemismo, cobertura coralínea relativamente baixa e a baixa diversidade

dos corais hermatípicos, vem sendo proposta para os recifes brasileiros (Laborel, 1970; Leão, 1982). No sul da Bahia, o banco recifal de Abrolhos é um exemplo clássico desta questão, onde os recifes costeiros coexistem com altas taxas de sedimentação há muito tempo (Leão, 1996). E, apesar disto, Abrolhos é considerada a maior e mais rica área de recifes de coral do Atlântico Sul, distribuída em uma área de aproximadamente 6.000 Km². (Laborel, 1970; Leão 1982, 1994, 1996; Castro, 1994). Espécies de *Mussismilia* são de grande importância devido ao seu grau de endemismo e estão entre os principais componentes da comunidade biótica do sistema recifal desta região (Leão, 1999).

Os corais escleractíneos, como *Mussismilia braziliensis*, são conhecidos pela sua capacidade de construir grandes estruturas carbonáticas (Nogueira, 2003). Substrato este, que vai ser moldado pela parte viva do coral, uma fina camada de tecido localizada na sua superfície (Birkeland, 1997), que pode atuar como uma barreira contra atividade de outros organismos (Hubbard, 1972). Sendo assim, poucos são capazes de se fixar nessa superfície ou invadir o esqueleto através dela (Highsmith, 1980; Kleemann, 2001; Oigman-Pszczol & Creed, 2006). A maioria deles vai ser encontrada unida às bases dos corais, perfurando o esqueleto ou vivendo sob ou sobre as colônias (McCloskey, 1970; Young, 1986; Reaka-Kudla *et al.*, 1996), podendo também ser encontrados sob algas coralíneas incrustantes (Tribollet & Payri, 2001), como rodófitas, que geram uma proteção extra aos organismos perfurantes (Tribollet & Golubic, 2005).

Organismos incrustantes como poliquetas, algas calcárias e briozoários são considerados produtores secundários de carbonato, sendo que os primários são os corais escleractíneos. Tais organismos incrustantes adicionam carbonato de cálcio ao substrato recifal (Martindale, 1992). Em contraste, os processos destrutivos, como a bioerosão produzida por esponjas, poliquetas e bivalvíos, degradam a estrutura recifal (Hubbard *et al.*, 1990; Hubbard, 1992). A combinação destes processos, construtivos e destrutivos, tem um papel importante não somente na determinação das taxas de produção de carbonato, como também nas taxas e modelos de crescimento do recife (Malella & Perry, 2007; Perry & Hepburn, 2008).

Devido à sua grande relevância os corais vêm sendo exaustivamente estudados quanto à distribuição, composição faunística, ecologia, taxonomia e

desenvolvimento. Já o processo bioerosivo é subestimado, e muito pouco estudado, tanto nessa região, quanto no Brasil (Young, 1986; Nogueira, 2003; Oigman-Pszczol & Creed, 2006). O conhecimento é restrito a aspectos taxonômicos dos agentes da perfuração, os cirripédios (Young 1986, 1989), poliquetas (Santa-Isabel *et al.*, 2000; Neves & Omena, 2003; Nogueira & Rizzo, 2001, Nogueira *et al.*, 2001, Nogueira, 2003), crustáceos (Johnsson *et al.*, 2006) e esponjas (Reis & Leão, 2003). Por este motivo optou-se pelo estudo dos organismos incrustantes e perfurantes de três localidades do arco costeiro de Abrolhos.

1.1. Bioerosão

“Bioerosão é o desgaste de substrato duro por organismos vivos.”

(Neumman, 1966)

Grupos de invertebrados marinhos desprovidos de defesas corporais estão envolvidos neste processo, como por exemplo, os endolíticos, que são todos os organismos que perfuram e vivem dentro de substratos biominerais e líticos (Golubic *et al.*, 1975), adquirindo uma estrutura externa protetora (Zundeleovich *et al.*, 2007). São definidos como macroendolíticos aqueles que produzem perfurações com diâmetro superior a 1 mm, incluindo esponjas, poliquetas, sipunculídeos, bivalvíos, decápodos e cirripédios (Perry & Hepburn, 2008). A maioria destes se alimenta de material em suspensão conseguindo seu alimento passiva ou ativamente na coluna d'água (Glynn, 1997).

Estes agentes biológicos exercem grande influência no ambiente recifal, sendo responsáveis pela destruição direta de sua estrutura, com um papel importante no enfraquecimento das colônias de coral (Hutchings, 1986; Sammarco & Risk, 1990; Scoffin, 1992), através da ampliação dos espaços internos dentro do esqueleto coralíneo (Glynn, 1997). Além disso, esse aumento da suscetibilidade ocorre porque os organismos perfurantes atacam, preferencialmente, as áreas expostas do esqueleto dos corais - ao redor das extremidades e na parte inferior das colônias. Deste modo, a base, que é o alicerce da colônia, pode ser gradualmente enfraquecida pela bioerosão até que ela não possa mais resistir ao choque das ondas quebrando ou correntes marinhas e assim sucumbir à erosão física (Dudley, 2003). Como resultado da atividade destes organismos, tem-se a produção de

grandes quantidades de sedimento mais fino, essenciais na trajetória inorgânica (Sammarco & Risk, 1990; Strömberg, 2000).

Além disso, como já mencionado, a bioerosão limita as taxas e padrões de crescimento dos recifes de coral, controlando o modelo de preservação da estrutura do ecossistema. Podendo também contribuir no controle de nutrientes e fluxos de gases do coral e afetar a morfologia do carbonato na linha da costa (Tudhope & Risk, 1985). Embora a bioerosão não seja tão expressiva e fácil de ser observada quanto à destruição física dos recifes de coral, ela é um processo chave de destruição do carbonato (Hubbard *et al.*, 1990), com ação penetrante, persistente e, a longo prazo, podendo produzir efeitos ainda maiores do que a erosão física (Dudley, 2003).

Em recifes saudáveis, a bioerosão é muito importante tanto por aumentar a complexidade do ambiente, constantemente criando espaços vazios para larvas de corais e outros organismos, quanto para a manutenção da diversidade de espécies e a renovação das populações (Hutchings, 1986). Em regiões impactadas, onde o crescimento dos corais é limitado, a bioerosão pode, eventualmente, causar a morte dos recifes pois este processo é capaz de destruir esta estrutura tão rápido quanto ela é produzida (Hutchings, 1986; Sammarco & Risk, 1990; Moreno-Forero *et al.*, 1998; Pari *et al.*, 1998). Alguns fatores que são encontrados em maior proporção nestas regiões podem causar o aumento da bioerosão, como aumento da quantidade de nutrientes disponíveis (Hallock *et al.*, 1993; Holmes *et al.*, 2000), taxa de sedimentação e turbidez da água (Tudhope & Risk, 1985; Pari *et al.*, 1998). Este processo também pode variar de acordo com outros fatores como profundidade (Försterra *et al.*, 2005), idade das colônias de corais (Kiene, 1988) e sua densidade (Highsmith, 1981; Sammarco & Risk, 1990). Alguns estudos apontam uma relação entre as taxas de bioerosão e a saúde dos recifes, sugerindo que tais taxas possam promover uma perspectiva integrada da vitalidade dos corais (Holmes *et al.*, 2000; Fonseca *et al.*, 2006).

1.1.1. Esponjas

Dentre os diversos organismos com habilidade de perfurar rochas carbonáticas, as esponjas, principalmente da família Clionidae, recebem maior atenção, por serem típicos erosores infaunais, abrangendo aproximadamente 75-90% do total da comunidade de macroperfurantes, em termos de proporção de substrato infestado (Highsmith, 1981; Perry, 1998). Sendo ainda de especial interesse devido à morfologia de sua penetração no substrato e por produzirem grãos carbonáticos de formato típico (“chips”) que podem ser facilmente identificados na fração lamosa dos sedimentos marinhos (Rützler, 1975). Grandes quantidades de sedimento são produzidas por estas esponjas e alguns substratos são dominados por seus fragmentos (Acker & Risk, 1985).

Considerando que muitas esponjas possuem defesas químicas e/ou mecânicas contra predadores, aquelas que não as têm podem apresentar a vantagem competitiva de usar o elemento esquelético alheio como proteção e obter o benefício adicional de usar um espaço não disponível a seus concorrentes (Zundeleovich *et al.*, 2007).

A erosão por esponja produz uma série de câmaras e galerias conectadas entre si dentro do substrato calcário onde ela vive. O organismo mantém contato com o exterior através de papilas inalantes e exalantes ou, em algumas vezes, por meio de um tecido incrustante (Calcinai *et al.*, 2003). Elas podem ser observadas com coloração alaranjada, marrom ou manchas avermelhadas dentro do esqueleto dos corais (Kleemann, 2001).

1.1.2. Biválvios

Os bivalvíos são de grande importância para o enfraquecimento dos corais devido ao tamanho de suas perfurações, que são amplas e geralmente localizadas nas regiões basais das colônias coralíneas, demonstrando que este grupo também é um agente significativo no enfraquecimento da estrutura (McCloskey, 1970; MacGeachy & Stearn, 1976).

Estes organismos produzem perfurações claviformes, com a região da abertura da perfuração mais estreita que a câmara principal, podendo ser circular, oval ou em forma de sino. Suas perfurações são classificadas como estruturas de habitação (Fernandes *et al.*, 2002).

1.1.2.1. *Lithophaga*

Um dos gêneros mais encontrados entre os moluscos simbioses de corais é o bivalvío *Lithophaga*, que possui uma abertura sifonal típica, e a perfuração circular produzida penetra verticalmente para dentro do esqueleto, de 1 a 10 cm de profundidade dependendo da espécie do coral. As glândulas do manto de *Lithophaga* secretam ácidos que dissolvem e enfraquecem o substrato calcário. O movimento vertical e rotacional da concha também auxilia na perfuração, resultando na produção de sedimento silte arenoso (Kleemann, 2001).

A habilidade de perfurar o coral vivo é rara entre os bivalvíos, a maioria habita o substrato morto, com exceção, deste gênero que pode ocorrer tanto na parte viva quanto morta do coral (Oigman-Pszczol & Creed, 2006).

1.1.3. Poliquetas

Os poliquetas são invertebrados bentônicos que desenvolveram uma série de estratégias de vida para interagir com outros organismos. A escavação de substratos carbonáticos, ligada à sobrevivência de formas imaturas, é um importante mecanismo responsável pela produção de galerias em corais.

Fazem parte de um grupo muito diversificado, com uma grande variedade de espécies possuindo capacidade perfurante. São geralmente considerados importantes agentes de bioerosão devido a sua grande abundância, em termos quantitativos, no substrato coralíneo (Zubia & Peyrot-Clausade, 2001), aparecendo freqüentemente como colonizadores iniciais (Hutchings & Peyrot-Clausade, 2002).

Apesar de serem pequenos e não removerem significantes porções de carbonato de cálcio, comparados com esponjas e bivalvíos (Highsmith, 1981), eles

também podem modificar o substrato coralíneo e facilitar a bioerosão por outros agentes (Hutchings *et al.*, 1992).

Os estudos iniciais apontavam que as perfurações eram produzidas mecanicamente. Entretanto, evidências mais recentes indicam que o processo envolve o desgaste químico, com secreção de ácido acético, associado à escavação mecânica (McDiarmid *et al.*, 2004; Wisshak & Neumann, 2006). O hábito perfurante é interpretado como uma vantagem em termos de proteção e também um modo mais fácil de manter contato com a coluna d'água logo acima da superfície do sedimento (Försterra *et al.*, 2005).

Podem produzir tubos alongados que penetram até 10 cm no esqueleto dos corais e crescem, perpendicularmente, às bandas de crescimento dos corais. Ou produzir perfurações em forma de "U", que medem aproximadamente entre 5 e 12 mm de comprimento e consiste em duas ramificações que são paralelas e separadas por uma parede bem fina. (Liu & Hsieh, 2000)

1.1.4. Sipúnculos

Os Sipuncula são invertebrados marinhos bentônicos, não segmentados e portadores de uma ampla cavidade celomática. Têm a forma geral de bastão ou, mais compactamente, de pêra. A variação de tamanho vai de 10 a cerca de 500 mm, mas a maioria das espécies mede entre 20 e 150 mm de comprimento (Cutler, 1994).

Diversas espécies de sipúnculos penetram no esqueleto dos corais, mas ainda não foi definida a importância desses organismos. Suas perfurações têm forma cilíndrica e alongada ou um pouco menor, variando de reta a sinuosa, podendo ser encontradas perto da superfície ou alguns centímetros para dentro do esqueleto, dependendo da espécie. O modo de perfuração exato destes organismos não é conhecido, mas provavelmente envolve tanto dissolução química quanto abrasão mecânica (Kleemann, 2001).

1.1.5. Cryptochiridae

Pertencem a essa família os caranguejos crípticos, que são simbioses obrigatórios de corais escleractíneos, conhecidos como “gall crabs” (Johnsson *et al.*, 2006). Provavelmente estes organismos não são perfurantes, sua larva se assenta nos espaços entre dois pólipos, na superfície viva do coral, e as paredes de sua cavidade são moldadas com o crescimento do coral, paralelas à estrutura do hospedeiro (Scotto & Gore, 1981), sendo considerados paraendolíticos (endolíticos passivos), que são aqueles passivamente embutidos no substrato (Scoffin & Bradshaw, 2000).

É sugerido que estes organismos simbióticos são dependentes dos corais hospedeiros para proteção contra predadores e para obterem recurso alimentício dos produtos dos corais ou material particulado aprisionado no esqueleto do coral, sendo que alguns podem se alimentar do muco produzido pelo coral (Kropp, 1986; Simon-Blecher *et al.*, 1999; Carricart-Ganivet *et al.*, 2004).

1.1.6. Cirripedia

Os cirripédios vivem protegidos por placas calcárias na fase adulta e alimentam-se por filtração. Eles podem se instalar na superfície viva do coral e moldar seus túneis pouco a pouco para acompanhar o crescimento vertical do coral (Young, 1986), deste modo, alguns precisam de uma melhor deposição de calcário nas suas bases (Young & Christoffersen, 1984). As cavidades são, aparentemente, formadas através de abrasão mecânica causada pelas placas calcificadas que recobrem o corpo dos cirripédios (Kleemann, 2001).

Estes simbioses não obtêm recursos energéticos do tecido vivo do hospedeiro, mantendo assim, uma relação de longo prazo, de modo que esta íntima associação não irá interferir na atividade do hospedeiro (Oigman-Pszczol & Creed, 2006).

2.1. Organismos incrustantes

Incrustantes calcários (ou epibiontes calcificantes) são organismos epilíticos sésseis que secretam um esqueleto carbonático e ocorrem em substrato duro, como ambientes recifais. O principal grupo inclui algas coralíneas não ramificadas, em especial rodófitas, foraminíferos, briozoários e poliquetas (Ginsburg & Schroeder, 1973; Martindale, 1976, 1992). Eles têm um importante papel no desenvolvimento da estrutura recifal, não só contribuindo com uma significativa porção de carbonato para sua estrutura primária, mas também auxiliando na estabilização, consolidação e acoplando os constituintes da estrutura do recife, que auxiliará na retenção de sedimento avulso e provendo novo substrato para o recrutamento de larvas de outros cementadores marinhos (Scoffin, 1992; Perry & Hepburn, 2008).

Os padrões de distribuição e crescimento das comunidades incrustantes são influenciados tanto por fatores ambientais quanto biológicos, que incluem tipo de habitat (exposto ou crítico), luz, sedimentação, energia das ondas e estabilidade do substrato (Choi & Ginsburg, 1983; Gischler & Ginsburg, 1996; Martindale, 1992; Fabricius & De'ath, 2001).

Estudos recentes sobre pesca excessiva, recifes impactados por nutrientes ou sedimentação têm indicado que alguns destes processos são importantes para identificar a saúde e o funcionamento dos recifes (Tribollet *et al.*, 2002) e também podem ser importantes indicadores ecológicos (Fabricius & De'ath, 2001).

1.2.1. Algas Calcárias

Embora uma grande variedade de organismos sésseis produtores de carbonato contribua para o desenvolvimento do recife, com exceção dos corais, as algas calcárias são os elementos calcificantes mais importantes no ambiente carbonático (Bak, 1976). Podem ocupar grande parte do recife, se incrustando na base dos corais, auxiliando na sua manutenção e estabilidade.

Algas calcárias possuem células com a estrutura da parede celular calcificada, fixação intensa do substrato e cimentação interna e externa do

esqueleto, permitindo que a maioria das espécies resista a condições de alta energia. Conseqüentemente, em ambientes de topos recifais submetidos à alta energia, estes organismos são, geralmente, bem desenvolvidos. (Martindale, 1976; Martindale, 1992; Perry, 1999).

1.2.2. Briozoários

Organismos inteiramente coloniais (Ryland, 1970), que apresentam crescimento contínuo e rápido e alta capacidade de regeneração (Wood, 1998). Apesar de menos significantes como unificadores da estrutura, eles são incrustantes calcários comuns e amplamente encontrados dentro dos habitats recifais e tendem a ocorrer em microhabitats críticos (Garrett *et al.*, 1971; Macintyre & Glynn, 1976).

A composição e a freqüência briozoológica são controladas pela habilidade da espécie de se adaptar i) ao aporte de sedimento continental; ii) ao tipo de substrato carbonático ou siliciclástico e, iii) a águas mais rasas e sob impacto de ondas (Souza, 2005).

1.2.3. Poliquetas incrustantes

Poliquetas incrustantes são principalmente os serpulídeos, seus tubos são principalmente formados por carbonato de cálcio (Hedley, 1956). Assim como os briozoários, eles têm uma baixa representatividade como cimentadores, mas são relativamente abundantes nos recifes (Perry & Hepburn, 2008).

1.2.3.1. *Pomatoceros*

O seu tubo é formado pela secreção de carbonato de cálcio (obtido na água do mar) através de glândulas especializadas destes organismos (Thomas, 1940). Este possui curvaturas irregulares, medindo de 3,5 mm até 25 mm de comprimento (Riley & Ballerstedt, 2005) e uma de suas principais características é a quilha que se encontra na face externa superior da estrutura, que varia levemente no tamanho e

posição. Além disso, uma série de sulcos é observada na superfície externa do tubo (Hedley, 1958).

1.2.3.2. *Spirorbis*

O corpo do *Spirorbis* geralmente não é maior do que alguns milímetros de comprimento, ele está permanentemente revestido por um tubo liso, branco e espiral que varia de 3 a 4 mm de diâmetro (Ballerstedt, 2006).

1.3 Objetivo

O estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência destes organismos em 3 estações da região de Abrolhos: Recifes de Sebastião Gomes, Coroa Vermelha e Pedra de Leste, que possuem diferentes taxas de sedimento acumulado

2. ÁREA DE ESTUDO

2.1. Localização

A área de estudo localiza-se entre os municípios de Alcobaça e Caravelas, no extremo sul do estado da Bahia, a cerca de 700 km distante da cidade de Salvador. Três grupos de recifes da região do arco costeiro de Abrolhos foram selecionados para estudo, com base nos dados já existentes da taxa de acumulação de sedimento local (Segal, 2003), os quais, de acordo com sua localização em relação à costa, são: o recife de Sebastião Gomes, distante 23,5 km, recife da Pedra de Leste, distante 23,5 km, o e o recife de Coroa Vermelha, distante 26,5 km (Tabela 1). A distância da costa para a área de estudo corresponde à extensão entre esses recifes em relação ao cais de Caravelas ($17^{\circ}44,250' S$ $039^{\circ}15,860' O$), que se encontra no Rio Caravelas.

Tabela 1. Estações de amostragem

Código da estação	Nome da estação	Latitude (S)	Longitude (O)	Distância da costa (km)
SG	Sebastião Gomes	$17^{\circ}54,158'$	$039^{\circ}07,568'$	23,5
PL	Pedra de Leste	$17^{\circ}47,169'$	$039^{\circ}02,979'$	23,5
CV	Coroa Vermelha	$17^{\circ}58,004'$	$039^{\circ}11,889'$	26,5

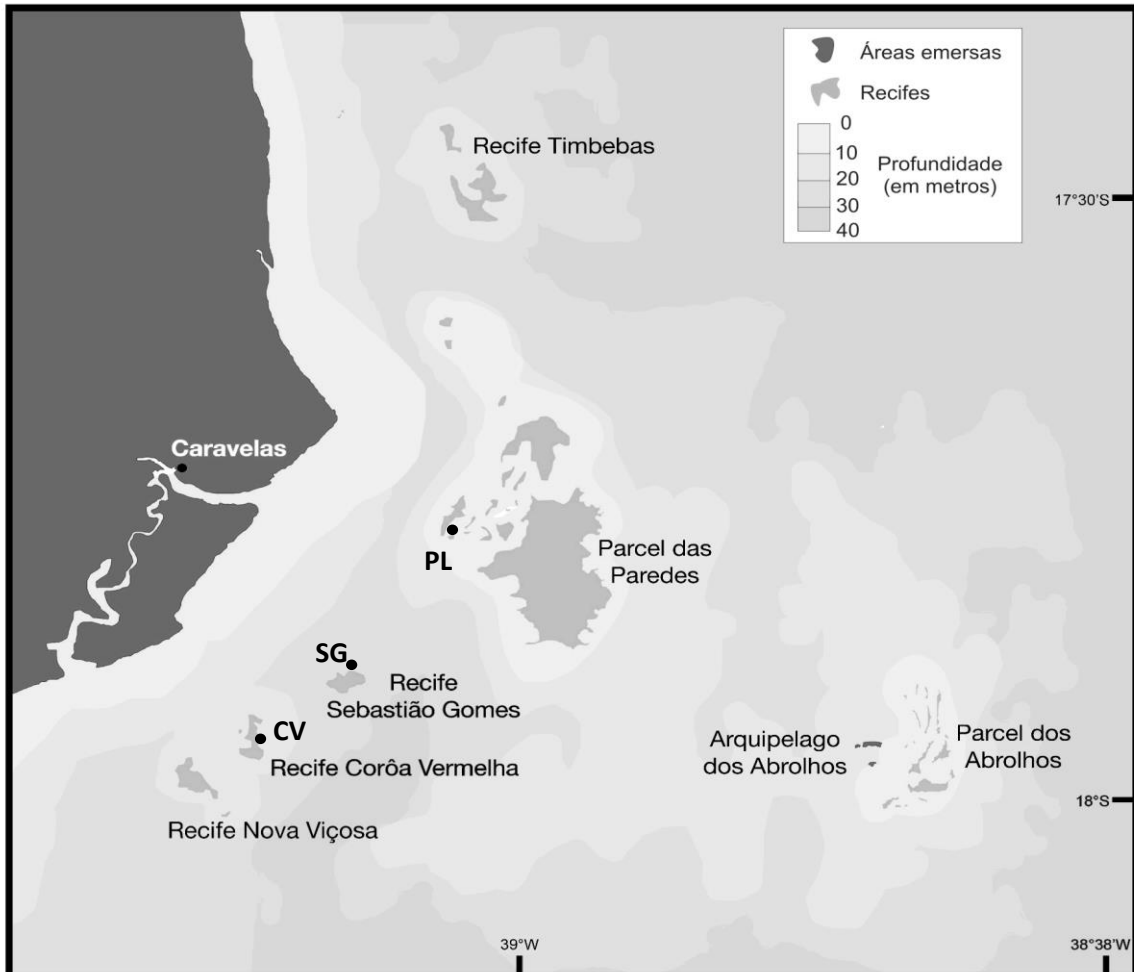


Figura 1. Localização das estações estudadas. PL – Pedra de Leste; SG – Sebastião Gomes; CV – Coroa Vermelha.

2.2. Características abióticas (Segal, 2003)

Sebastião Gomes

Está situado a cerca de 15 km ao sul do Parcel das Paredes. Possui forma mais ou menos elíptica com um contorno relativamente regular. Esta estação está parcialmente abrigada no vento sul, porém as ondas são bem grandes no local quando esta condição ocorre em maré de sizígia. A área é totalmente exposta ao vento nordeste, com ondas quebrando na área estudada. A visibilidade média comparada com as demais áreas estudadas é intermediária. A profundidade na base

do recife é de 1,5 a 2,5 m. Apresenta média anual de taxa de acumulação de sedimento de $104 \text{ mg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

Pedra de leste

Localiza-se no Parcel das Paredes, sendo uma das mais próximas do continente em relação às outras regiões do Parcel. A estação de coleta está exposta diretamente às ondas em condições de vento sul, com grandes ondas quebrando sobre a mesma. É abrigada em condições de vento nordeste. A visibilidade média é alta comparada com as demais áreas estudadas. A profundidade na base do recife pode chegar a 11 m. Apresenta média anual de taxa de acumulação de sedimento de $9 \text{ mg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

Coroa Vermelha

Dista cerca de 5 km da extremidade sul do Recife de Sebastião Gomes. Apresenta contorno bastante irregular e está circundado por chapeirões isolados. Uma pequena ilha arenosa, com cerca de 300 metros de extensão e 100 metros de largura, é vista na parte sul do recife. A situação de ventos e ondas é semelhante à da área no recife de Sebastião Gomes. Este local é mais afetado pelo vento leste. A visibilidade média comparada com as demais áreas estudadas é de intermediária para baixa. A profundidade na base do recife é de 3,7 a 4,2 m. Possui cobertura coralínea baixa. Apresenta média anual de taxa de acumulação de sedimento de $40 \text{ mg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

2.3. Clima

O clima na região é tropical úmido, com temperatura média inferior a 24°C de junho e setembro e média superior a 25°C de dezembro e abril. Predominância de ventos de Nordeste, no verão, e Leste, no inverno. Ventos de Sudeste ocorrem durante os temporais de inverno. A precipitação média anual na estação de Caravelas é de 1.392 mm (canaldotempo.com, 2008) e as médias mensais variam de 66 mm (fevereiro e agosto) a 175 mm (novembro).

2.4. Parâmetros oceanográficos

Os dados dos parâmetros físicos e hidrológicos da plataforma foram descritos baseando-se em Leão (1982), DHN (1993, 2003) e Sailing Directions (enroute) (2001).

A maior corrente oceânica ao longo da região de estudo é a Corrente do Brasil, braço sul da Corrente Equatorial, que flui para sul com velocidade média anual de, aproximadamente, 0,7 nós. As correntes de maré são regulares, a menos que sejam influenciadas pela força e direção dos ventos, com velocidades médias de 1,0 a 1,5 nós. A amplitude das marés é de cerca de 2 m nas marés de sizígia e de 0,5 m durante as marés de quadratura (dados para o Porto de Ilhéus).

A temperatura das águas da superfície do mar varia de cerca de 28°C no verão a 24°C no inverno. Na coluna d'água esta temperatura não varia muito (cerca de no máximo 2°C entre a superfície e o fundo), não apresentando uma estratificação muito acentuada. A salinidade também é um parâmetro relativamente constante, oscilando entre 36,5 e 36,7 ao redor dos recifes.

2.5. Os recifes de coral da região de Abrolhos

2.5.1. Morfologia

No sul da Bahia, o banco recifal de Abrolhos, apresenta uma incontestável importância científica por ser o maior e com maior diversidade dentre os recifes de corais do Brasil, diferindo dos demais, quanto aos principais organismos construtores. Todos os corais escleractínios zooxantelados e hidrocorais encontrados na costa brasileira estão presentes em Abrolhos (Maida & Ferreira, 1997). Os recifes de corais dessa região crescem como colunas podendo atingir o nível do mar. Esses pináculos corálicos têm formas bastante irregulares e seus topos expandem-se como cogumelos, sendo denominados chapeirões, que podem

chegar a 25m de altura e 50 m de diâmetro. Esta forma de crescimento cogumelar dos recifes de Abrolhos é encontrada exclusivamente nessa região. (Leão, 1999).

Os recifes de Abrolhos estão distribuídos em dois arcos aproximadamente paralelos à linha da costa. O arco costeiro está localizado cerca de 10 a 20 km da costa e é formado por um complexo de bancos recifais, formados pela união dos topos de pináculos adjacentes, quando estes estão muito próximos, e pináculos coralinos isolados de dimensões variadas. Esta região sofre os efeitos dos processos que atuam no continente. O arco externo, que bordeja o lado leste das ilhas de Abrolhos, está localizado cerca de 70 km da costa, é continuamente alimentado pela corrente do Brasil. (Knoppers *et al.*, 1999). A plataforma continental onde estão localizados os recifes é bastante rasa, as profundidades são inferiores a 30 m e na sua borda elas não excedem os 70 m (Leão, 1999).

2.5.2. Sistemática e descrição da espécie de coral estudada

A classificação sistemática da espécie *Mussismilia braziliensis* está de acordo com Laborel (1969b), e as descrições têm como base às informações contidas em Dutra (2003).

Classe Anthozoa

Ordem Scleractinia (Bourne, 1990)

Família MUSSIDAE (Ortmann, 1890)

Espécie *Mussismilia braziliensis* (Verrill, 1868)



Figura 2. Aspecto geral da colônia de *Mussismilia braziliensis*.

Mussismilia braziliensis – esta espécie forma colônias maciças, comumente cogumelares, podendo ocorrer também com formas hemisféricas, fortemente presas ao substrato, atingindo até mais de 1m de diâmetro. Os cálices são pequenos (8-10 mm) e poligonais, geralmente submeandróides e com a columela reduzida. Sua coloração pode variar entre o cinza, amarelo, verde, podendo ter tons misturados destas cores. Podem também adquirir uma coloração esbranquiçada. Esta espécie é encontrada preferencialmente em águas limpas e rasas, com maior penetração de luz, em profundidades inferiores a 10 m. Esta espécie possui preferência por topos recifais com angulações de cerca de 45°, o que pode ser bom para colaborar com o êxito de fixação da colônia (Segal & Castro, 2000).

Possui características arcaicas, próximas às espécies de idade miocênica da bacia do Mediterrâneo. É uma espécie endêmica das águas brasileiras e possui um grande confinamento geográfico, pois é registrada apenas na costa do estado da Bahia (Laborel, 1969a).

2.5.3. Caracterização do sedimento inter-recifal

O sedimento em suspensão do arco interno e do canal de Abrolhos é caracterizado pela presença de partículas orgânicas de carbonatos e opalina, oriundos de fragmentos esqueletais de origem autóctone e conchas siliciclásticas de organismos bentônicos e planctônicos. As águas da plataforma continental interna apresentam concentrações de material em suspensão muito baixas, principalmente compostas por conchas carbonáticas planctônicas (Coccolithophoridae) e uma pequena fração de argila mineral transportada de regiões diversas, como de mar aberto (Dutra, 2003).

De acordo com Leão (1982), o sedimento de fundo da região dos recifes de Abrolhos é caracterizado por apresentar uma transição de sedimentos siliciclásticos dominantes ao longo da região costeira para sedimentos puramente carbonáticos nas plataformas média e externa. Nas regiões mais próximas da costa, o sedimento de fundo possui de 30 a 70% de constituintes siliciclásticos. De acordo com Leão & Ginsburg (1997), quartzo, mica, raros feldspatos e os argilo-minerais caolinita e illita são os principais constituintes dos sedimentos de origem terrígena. Estes sedimentos são originados de duas fontes principais: (i) material retrabalhado originado da erosão de falésias costeiras (sedimentos terciários do Grupo Barreiras) e (ii) aporte fluvial transportado para a área por correntes ao longo da costa (Leão & Ginsburg, 1997; Leão *et al.*, 2001).

Os constituintes biogênicos são predominantemente esqueletais. Parte deste material possui uma origem detrítica e parte é formada por grãos formados *in situ* pelos vários organismos da fauna e flora recifais associadas, incluindo algas calcárias, moluscos, foraminíferos, briozoários, ostracodes, dentre outros (Leão, 1982; Leão & Ginsburg, 1997 e Leão *et al.*, 2001).

Na base dos recifes predominam as areias e lamas carbonáticas, representando, na sua maioria, mais de 50% do total dos grãos. Os sedimentos siliciclásticos possuem pouca importância nestes locais, não alcançando mais de 20% do total dos grãos (Dutra, 2003).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os trabalhos para esta pesquisa se desenvolveram em três etapas distintas: a- Trabalho de campo; b- Análises de laboratório das amostras coletadas; c- Análise e correlação dos dados encontrados.

3.1. Trabalho de campo

Em cada estação selecionada foram coletadas amostras do coral *Mussismilia braziliensis*. Na estação SG foram coletadas 9 colônias, na estação CV foram coletadas 10 colônias e na estação PL foram coletadas 8 colônias. A coleta ocorreu através de mergulho autônomo com auxílio de picareta (Figura 3). Foram selecionadas colônias que possuíam entre 8 e 15 cm de diâmetro. A profundidade de coleta em PL ocorreu entre 3 e 4 m de profundidade, em SG ocorreu entre 2 e 2,5 m de profundidade e em CV a coleta ocorreu entre 2,5 e 3 m de profundidade. As amostras foram colocadas em contêineres com água do mar para o deslocamento até o local em terra (município de Alcobaça). Depois foi adicionado hipoclorito de sódio a 10%, para retirada do tecido vivo que recobre as colônias. Após a retirada do tecido e secagem das colônias elas foram ensacadas para serem transportadas para o laboratório do NEST na UNIRIO.



Figura 3. Retirada da colônia de *Mussismilia braziliensis* do substrato.

3.2. Análises de laboratório

Em laboratório procederam-se as medidas dos diâmetros das bases dos corais e das colônias. Para análise foi considerada a média entre o menor e o maior diâmetro (Figura 4). Também foram realizadas medições do volume, do peso e da densidade dos corais. As amostras foram analisadas externamente através da contagem e medição das perfurações e incrustações. Estes registros foram identificados em Poliquetas, sendo estes diferenciados em perfurantes e incrustantes, além da classificação em *Spirorbis* e *Pomatoceros* (incrustantes) e da ocorrência de tubos em formato de “U” (perfurantes), esponja, bivalvíos, sendo estes diferenciados em *Lithophaga*, briozoários, Cryptochiridae e Cirripedia. Ocorrências de poliquetas e sipunculídeos foram analisadas como um mesmo grupo, devido à dificuldade de diferenciação, tendo como referência, simplesmente, poliquetas. As identificações foram feitas com base nas descrições morfológicas de Sammarco & Risk (1990) e Perry & Bertling (2000). Para análise, cada parte do exemplar foi diferenciada e recebeu uma denominação, sendo estas: colônia e haste. A haste foi dividida em: base, quebra (parte que, anteriormente, fixava o coral ao substrato) e alga calcária, que pode ser encontrada cobrindo a base (Figura 5).

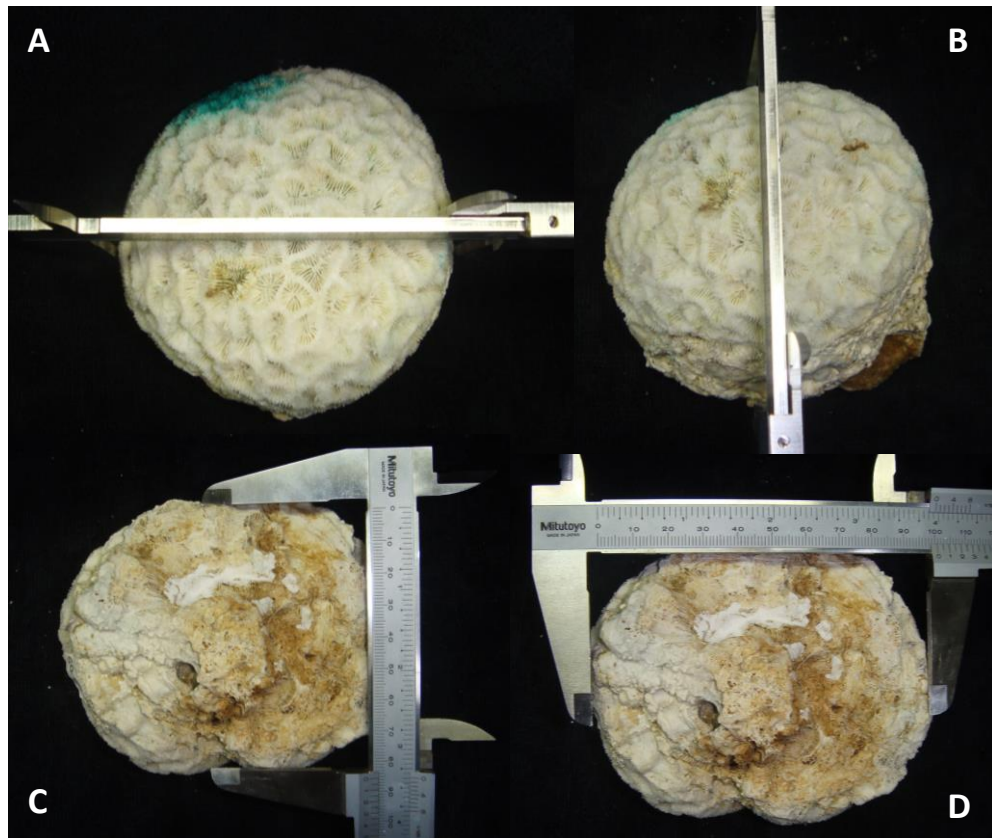


Figura 4. Medições. A) Maior diâmetro da colônia. B) Menor diâmetro da colônia. C) Menor diâmetro da base. D) Maior diâmetro da base.

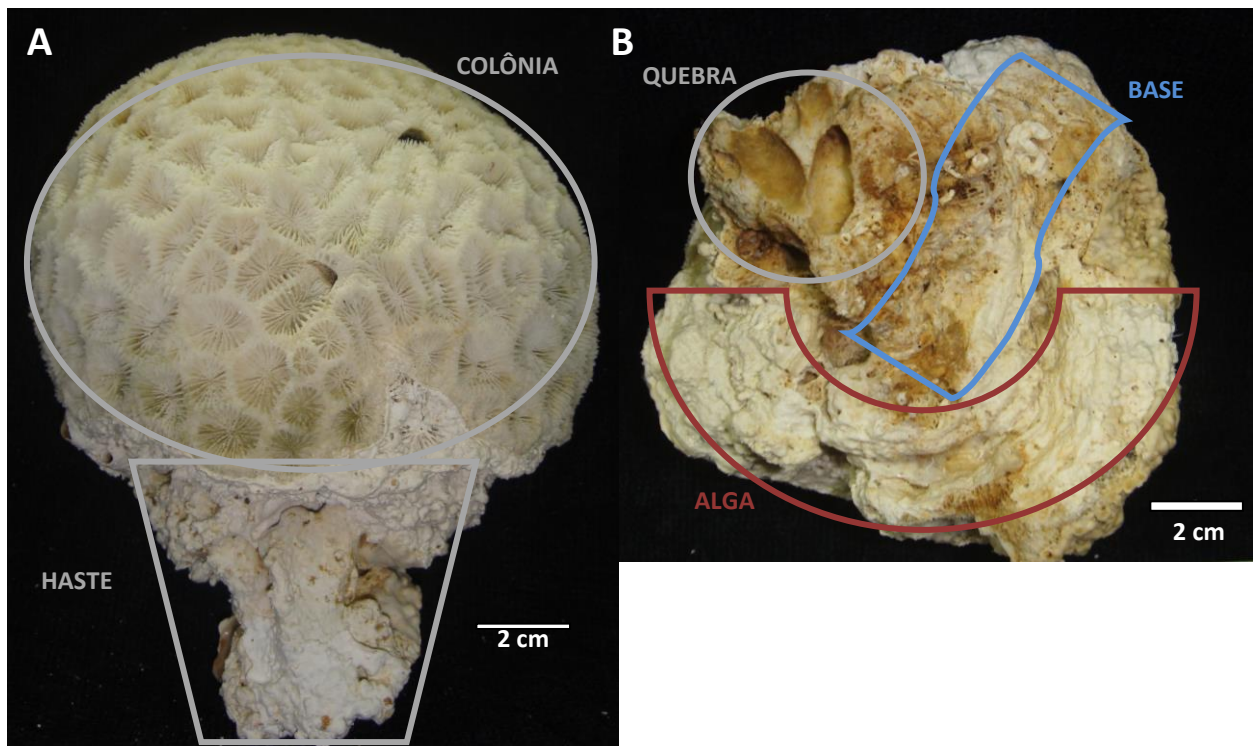


Figura 5. A) Estruturas do exemplar. B) Diferenciação das partes da haste.

3.3. Acervo

As amostras estudadas foram numeradas e encontram-se acondicionadas em contêineres, provisoriamente sob a responsabilidade do Núcleo de Estudos Tafonômicos do Departamento de Ciências Naturais da UNIRIO.

3.4. Correlações dos dados

Foram analisados dois tipos de dados em relação aos organismos incrustantes e perfurantes: 1- ocorrência; 2- taxa de ocupação. A ocorrência constou da contagem dos organismos e a ocupação foi baseada nas medições de maior e menor eixo dos indivíduos, onde foram estabelecidas as áreas de ocupação. Sendo que, alguns organismos apresentaram pouca variação em suas medidas, então a partir da média de suas áreas se estabeleceu um valor padrão (Tabela 2). Já as áreas ocupadas por esponjas e briozoários, por serem organismos coloniais, apresentaram grande variação e cada uma de suas colônias foi medida individualmente.

Tabela 2. Áreas de ocupação pelos organismos com valores fixos estabelecidos.

	Área média de ocupação
Poliqueta perfurante	0,02 cm ²
<i>Spirorbis</i>	0,04 cm ²
Poliqueta incrustante e <i>Pomatoceros</i>	0,1 cm ²
Tubo em "U"	0,04 cm ²
Cirripedia	0,5 cm ²
Cryptochiridae	0,5 cm ²
Biválvio e <i>Lithophaga</i>	0,4 cm ²

A ocorrência de alga calcária foi analisada quanto ao grau de ocupação na base de cada colônia, com valores na proporção de 0 a 5, de acordo com a ausência de alga e base completamente ocupada, respectivamente, onde:

0- ausente	1- escasso	2- baixa ocupação
3- ocupação média	4- ocupação abundante	5- completamente ocupada

As análises utilizadas para cada estação constaram de construção de gráficos para demonstrar as proporções de ocorrência de incrustantes e perfurantes, localização das ocorrências e proporções de ocupação destes organismos por amostra, de todas as estações e individualmente para cada estação. Foram correlacionadas as ocupações de incrustantes e perfurantes e média do diâmetro das colônias, média dos diâmetros das bases e densidade. Foi feita a correlação de Pearson para as ocupações dos organismos e média do diâmetro das colônias, média dos diâmetros das bases e densidade.

As análises utilizadas para comparar as estações constaram construção de gráficos para as proporções de ocupação por incrustantes e perfurantes. Construção de *boxplot's* para as ocorrências destes organismos. E foi feito o teste de Kruskal Wallis, através do programa PHStat, para quantidade de perfurantes, quantidade de incrustantes, média das colônias, média das bases dos corais e densidade dos corais de cada uma das estações. Onde as hipóteses a serem testadas são as seguintes:

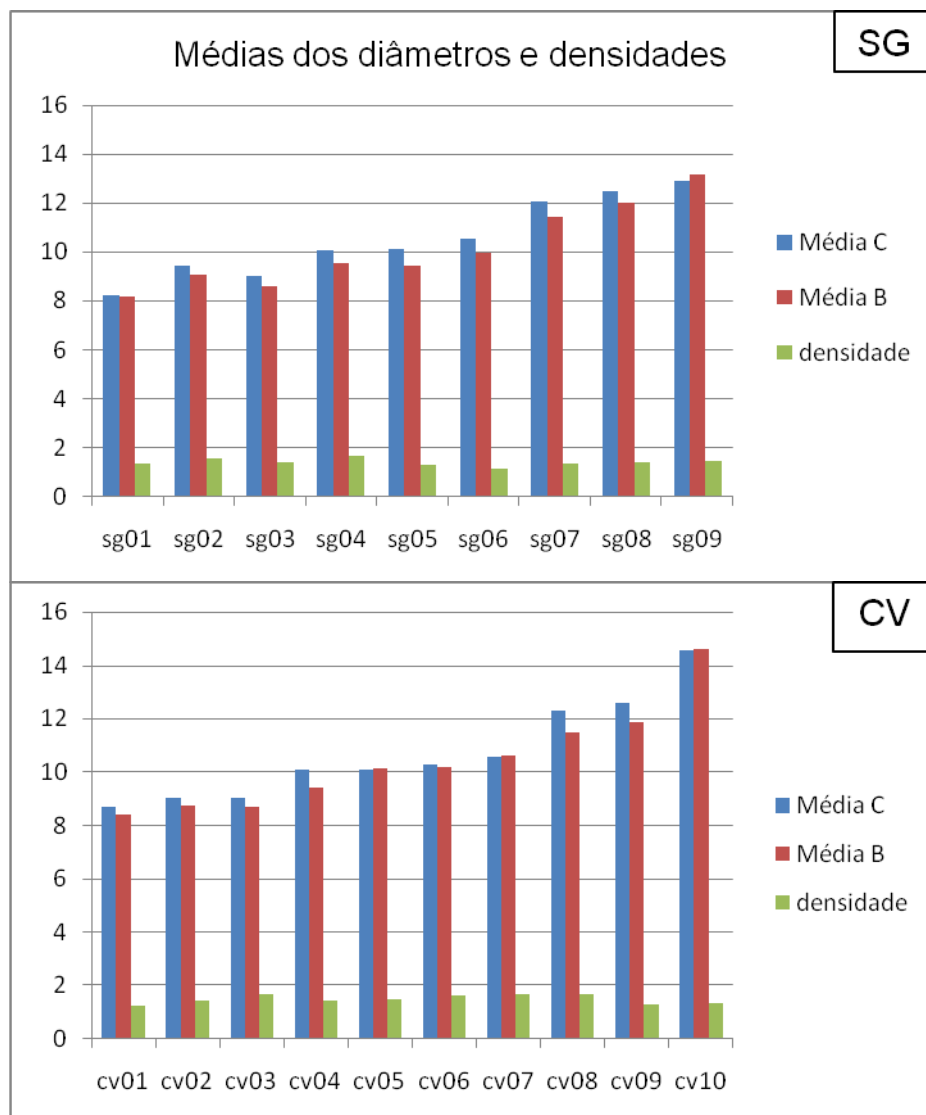
H₀: Não existem diferenças significativas entre as variáveis das estações.

H₁: Existem diferenças significativas entre as variáveis das estações.

4. RESULTADOS

4.1. Dados dos corais

Nas estações de amostragem foram coletados exemplares com diâmetro da colônia e da base variando entre 8 e 15 cm. A densidade dos corais apresentou pouca variação, ficando em torno de $1,5 \text{ g cm}^{-3}$.



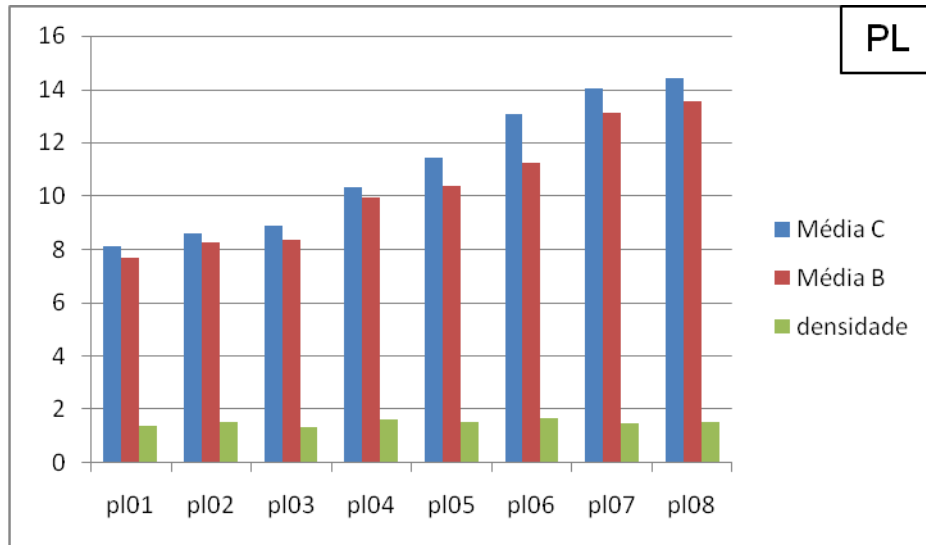


Figura 6. Dados dos exemplares em cada estação de amostragem. Média do diâmetro das colônias em cm (Média C), média do diâmetro das bases dos corais em cm (Média B) e a densidade de cada amostra em g cm^{-3} .

Foi calculada a área da base dos corais de todas as amostras em cada estação de amostragem. Esta medição variou entre 50 cm^2 e 160 cm^2 .

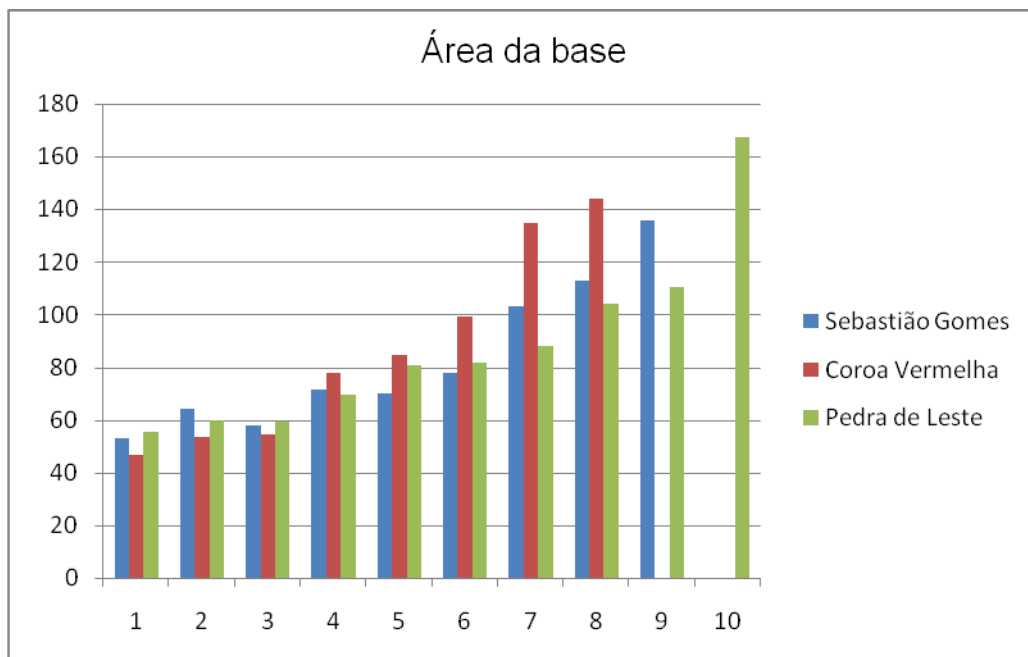
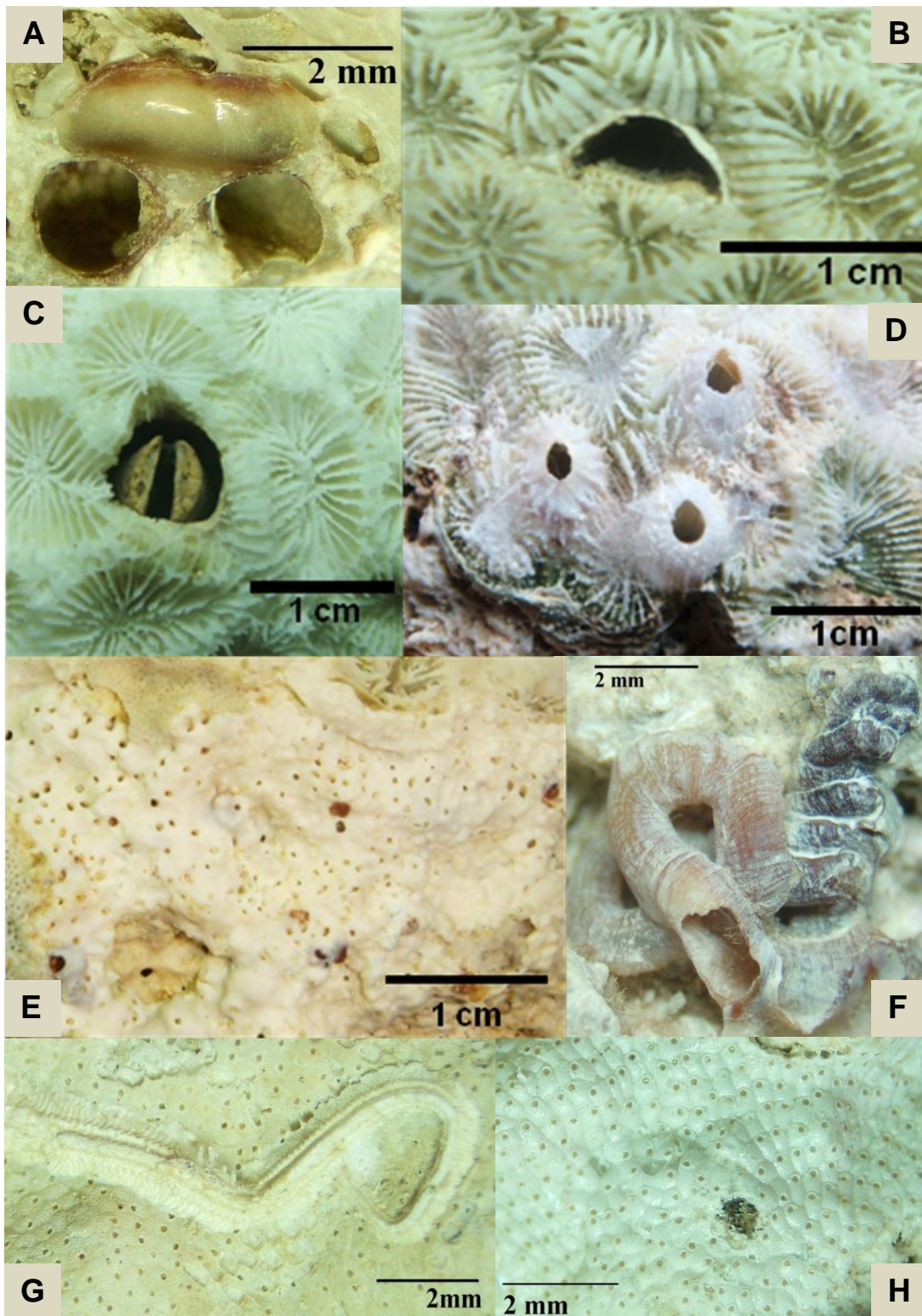


Figura 7. Medidas das áreas das bases dos corais, em cm^2 , de todas as estações de amostragem.

4.2. Organismos encontrados

Os organismos encontrados foram: Poliquetas perfurantes e incrustantes, esponjas, bivalvíos, briozoários, Cryptochiridae e Cirripedia.



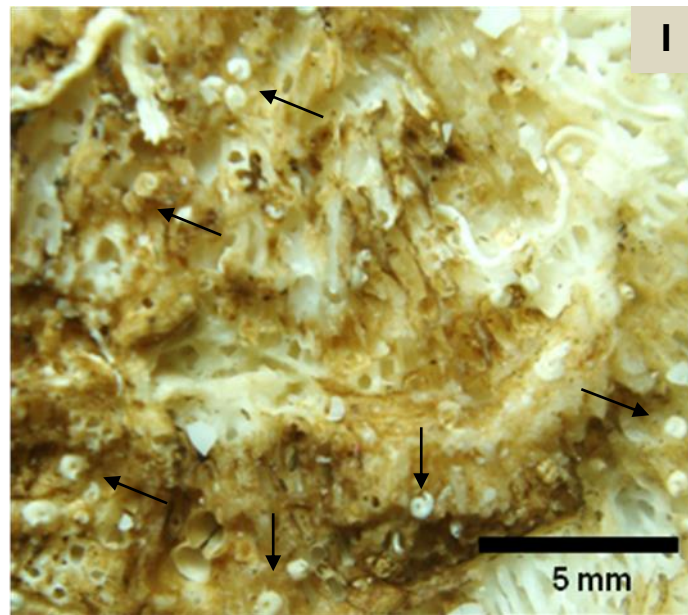


Figura 8. A) Perfuração por poliqueta, tubo em “U”. B) Perfuração por Cryptochiridae. C) Perfuração por *Lithophaga*, com indivíduo presente. D) Perfuração por Cirripedia. E) Perfurações por esponja. F) Poliquetas incrustantes. G) Poliqueta incrustante do gênero *Pomatoceros*. H) Colônia de briozoário. I) Poliquetas incrustantes do gênero *Spirorbis* apontados pelas setas.

4.3. Registros dos organismos analisados

4.3.1. Ocorrência de organismos perfurantes e incrustantes

Através da contagem dos organismos, foram encontrados 2.395 registros sendo que 819 de perfurações e 1576 de incrustações nos 27 corais analisados das 3 estações de amostragem.

Na estação SG foram encontrados 1.153 registros nos 9 exemplares analisados, sendo que 432 perfurantes e 721 incrustantes. Na estação CV foram encontrados 625 registros nos 10 exemplares analisados, sendo que 158 perfurantes e 467 incrustantes. Na estação PL foram encontrados 617 registros nos 8 exemplares analisados, sendo que 229 perfurantes e 388 incrustantes. Nas 3 estações de amostragem os organismos mais numerosos foram os poliquetas incrustantes, bivalvíos e *Spirorbis*.

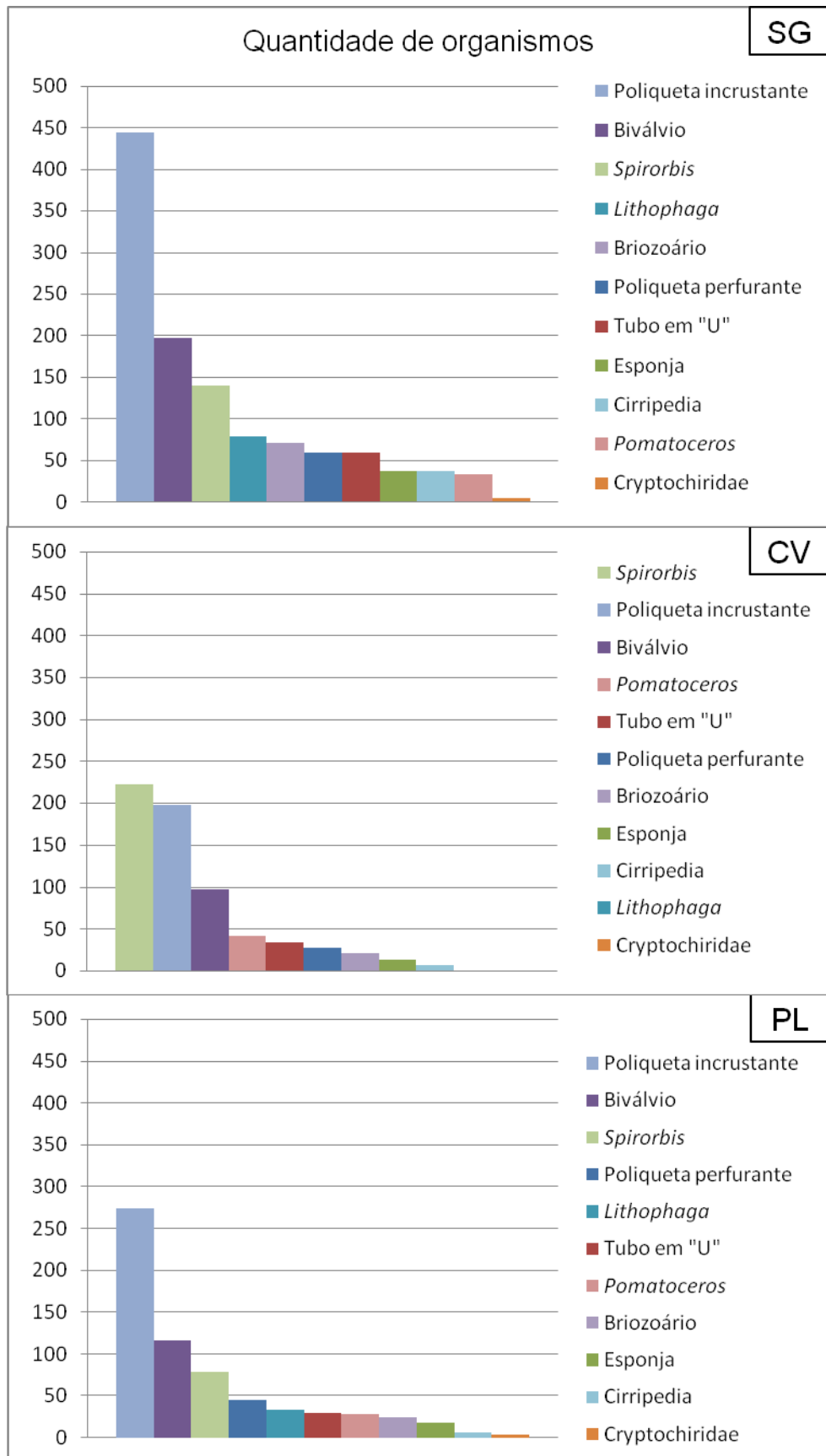
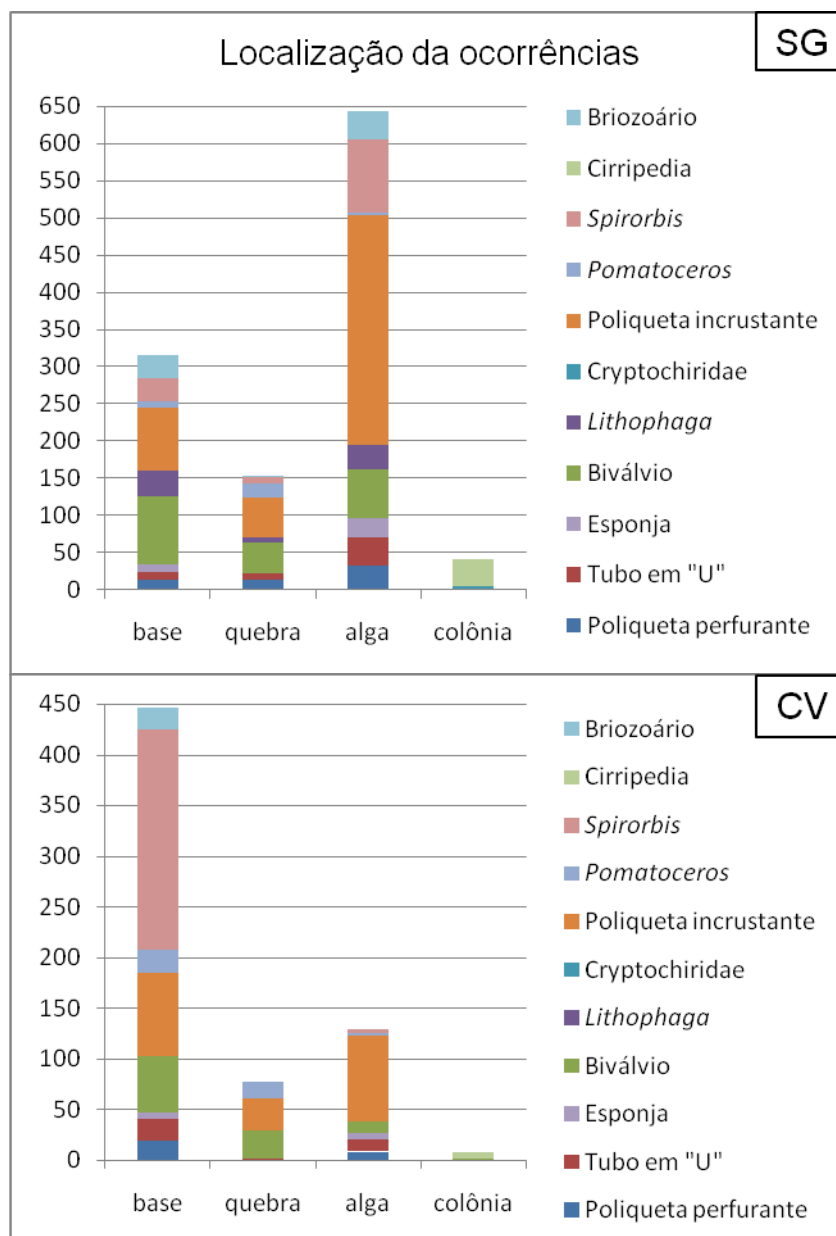


Figura 9. Número total de organismos nos corais das estações de amostragem.

4.3.2. Localização das ocorrências de organismos perfurantes e incrustantes

Os organismos podem ocorrer em diferentes partes dos corais. No caso das estações SG e PL observou-se maior ocorrência dos registros na parte da base coberta por alga calcária e menor na colônia. Já na estação CV a ocorrência foi maior na base do coral. Sendo que os poliquetas incrustantes ocorreram mais na alga em todas as estações, os poliquetas perfurantes e aqueles que fazem perfurações em forma de “U” ocorreram em maior proporção na alga nas estações SG e PL e em CV a sua ocorrência foi maior na base, já *Cryptochiridae* e *Cirripedia* ocorreram somente na colônia. Os outros organismos não apresentaram distribuição específica.



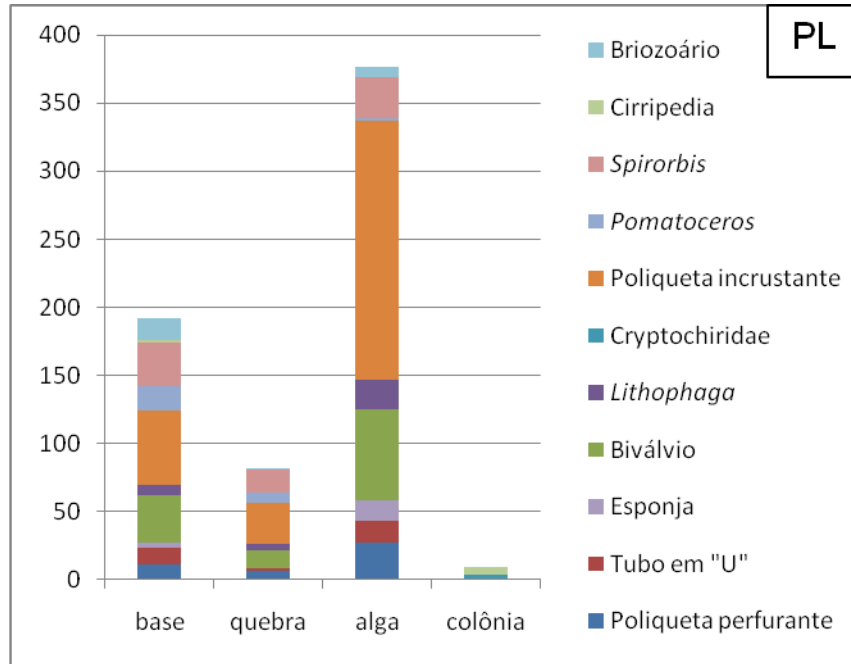


Figura 10. Distribuição, em cada parte do coral, dos registros dos organismos ocorrentes em todos os exemplares nas estações de amostragem.

4.3.3. Taxa de ocupação por organismos perfurantes e incrustantes

A taxa de ocupação foi calculada a partir da medição da área ocupada por cada registro de ocorrência dos organismos nos corais amostrados. Através destes cálculos foi encontrada uma taxa de ocupação total de 880,56 cm², sendo que 518,21 cm² de ocupação por perfurantes e 362,35 cm² por incrustantes nos 27 corais analisados das 3 estações de amostragem.

Na estação SG foi calculada uma taxa de ocupação total de 484,98 cm² nos 9 exemplares analisados, sendo que 255,81 cm² por perfurantes e 229,17 cm² por incrustantes. Na estação CV foi calculada uma taxa de ocupação total de 202,17 cm² nos 10 exemplares analisados, sendo que 127,75 cm² por perfurantes e 74,42 cm² por incrustantes. Na estação PL foi calculada uma taxa de ocupação total de 193,41 cm² nos 8 exemplares analisados, sendo que 134,65 cm² por perfurantes e 58,76 cm² por incrustantes.

Os organismos que ocuparam maior parte da base foram os briozoários, esponjas e bivalvíos, sendo que na estação PL os poliquetas incrustantes tiveram maior taxa de ocupação do que os bivalvíos. Poliquetas perfurantes, tubos em "U" e Cryptochiridae tiveram baixa taxa de ocupação.

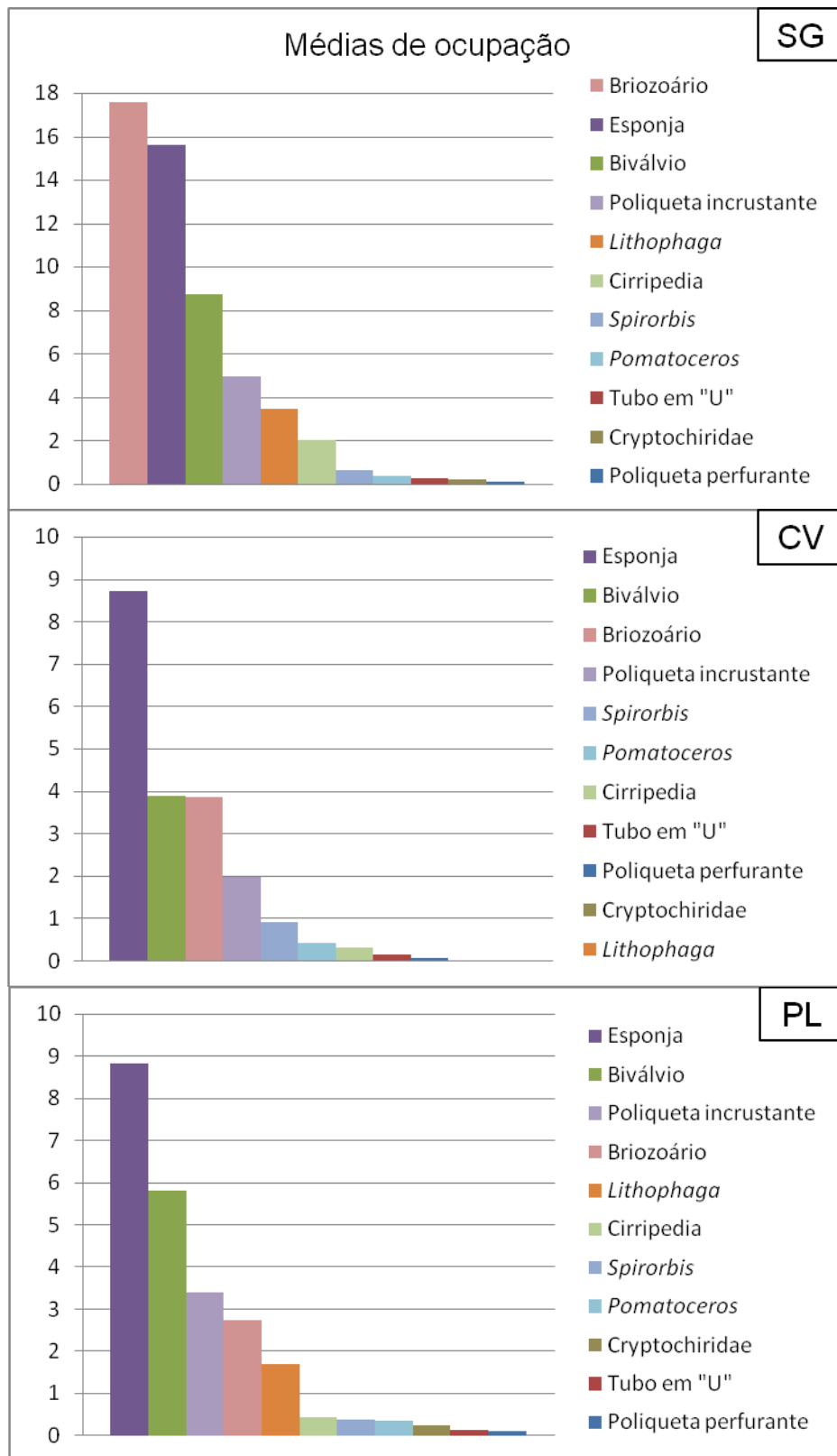


Figura 11. Ocupação média de organismos nos corais amostrados.

Quando analisadas as amostras individualmente é possível observar uma relação inversamente proporcional entre esponja e bivalvío (incluindo o gênero *Lithophaga*). O mesmo foi observado para a relação entre esponja e briozoário, só que menos evidente. Não foi observada relação entre taxa de ocupação e tamanho dos corais amostrados.

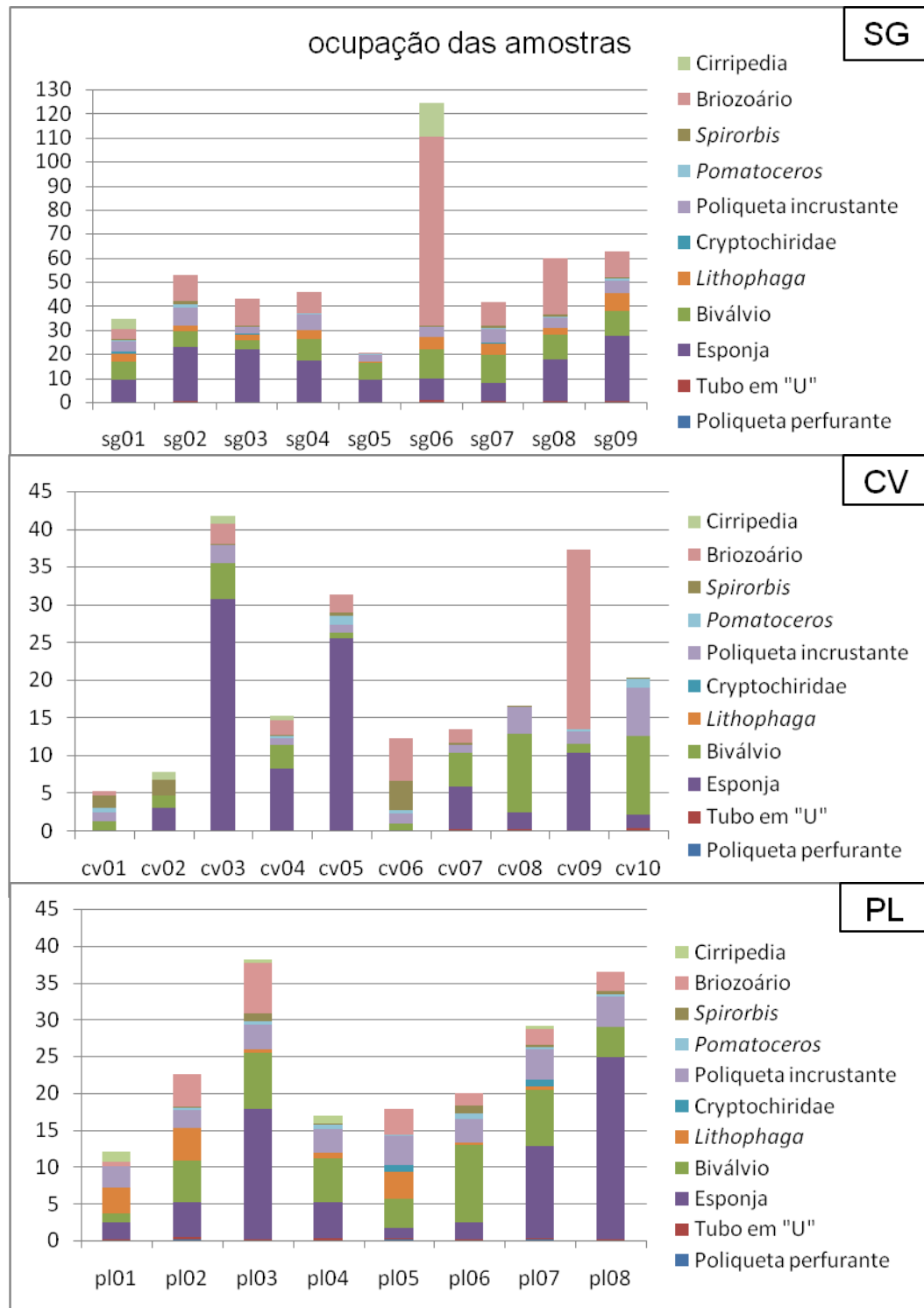
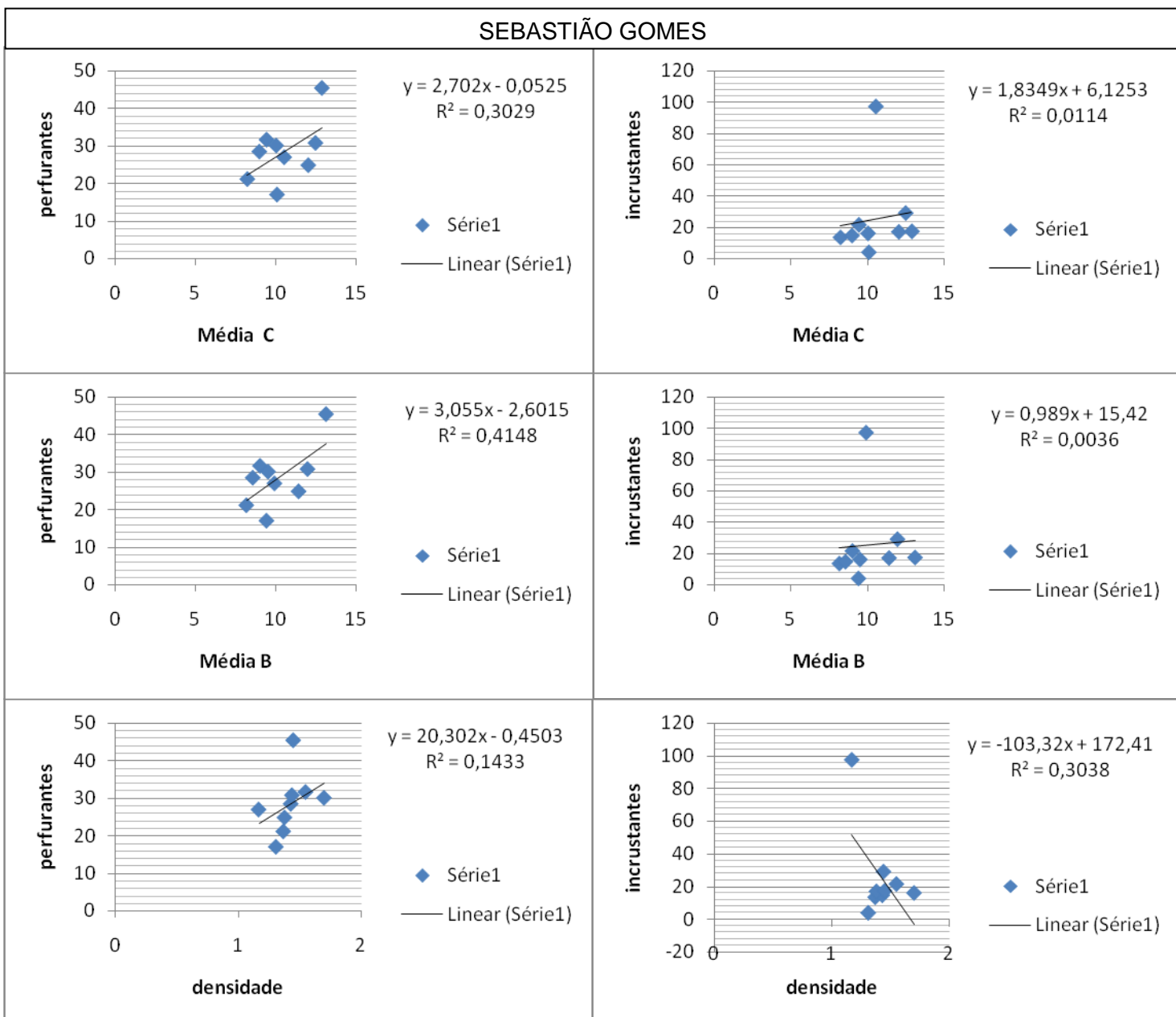


Figura 12. Taxa de ocupação dos organismos em cada exemplar nas estações de amostragem.

4.3.4. Correlações

Foram relacionadas as taxas de ocupação dos organismos perfurantes e incrustantes com média do diâmetro do coral (Média C), média do diâmetro da base (Média B) e densidade do coral, em cada estação de amostragem. Além disso, observa-se no gráfico o cálculo do coeficiente de determinação (R^2), que expressa a porcentagem de variação dos valores de Y em função dos valores de X.

Na estação de SG a correlação entre ocupação por perfurantes e média do diâmetro da base do coral foi significativa e apresentou coeficiente de determinação de 42%.



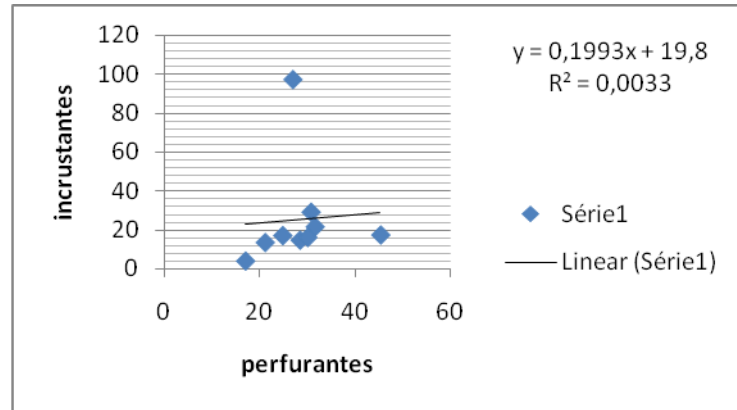
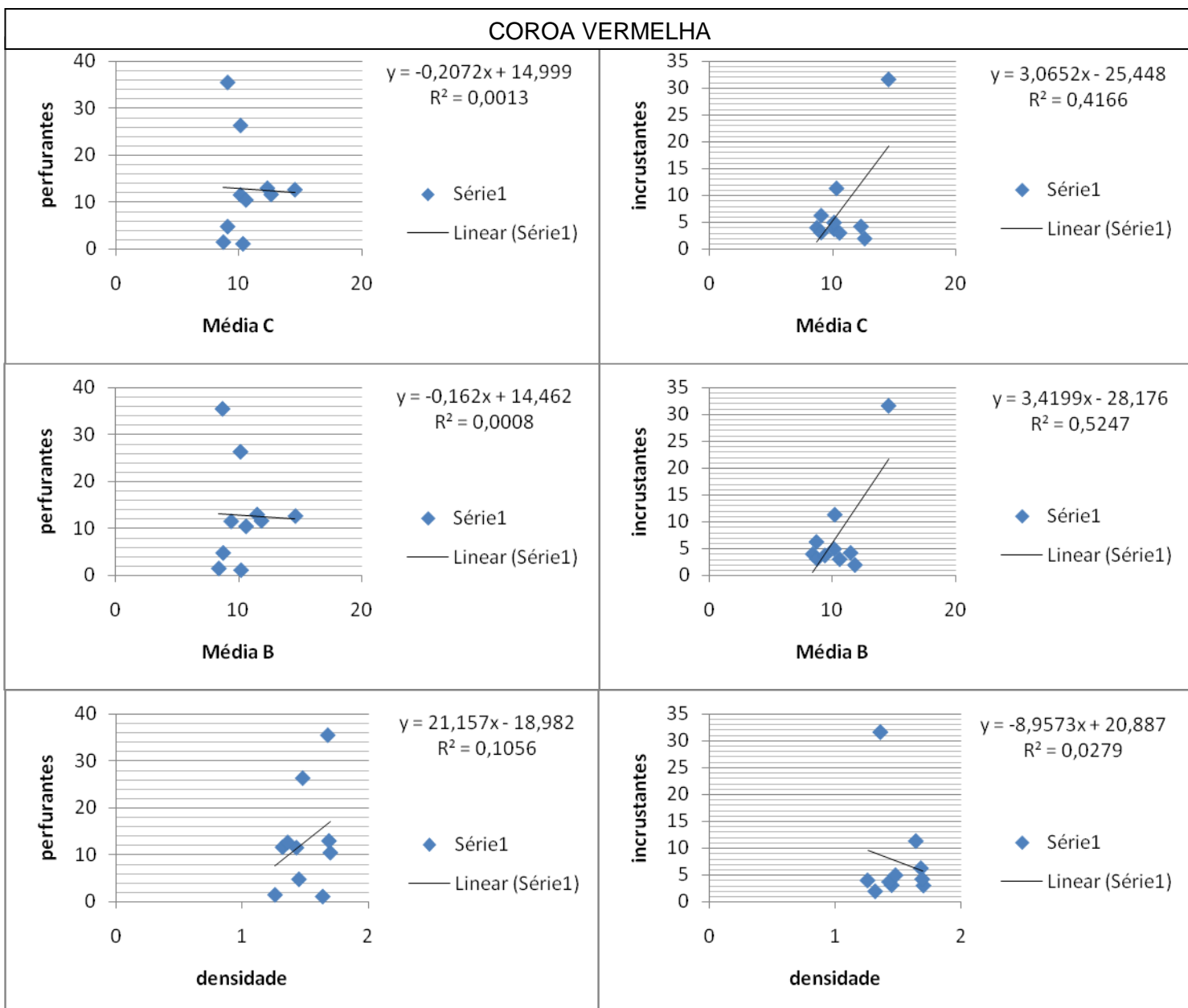


Figura 13. Gráficos de correlação entre as ocorrências de perfurantes e incrustantes com média do diâmetro do coral (Média C), média do diâmetro da base (Média B) e densidade do coral. Cálculo do coeficiente de determinação (R^2).

Na estação de CV a correlação entre ocupação por incrustantes e média do diâmetro do coral e média de sua base foram significativas e apresentaram coeficiente de determinação de 42% e 53% respectivamente.



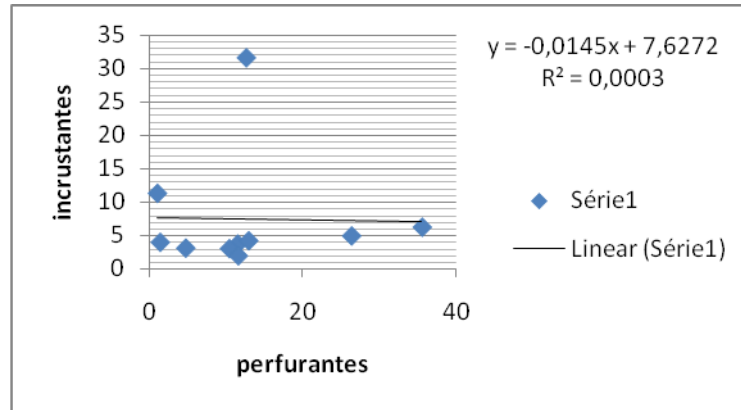
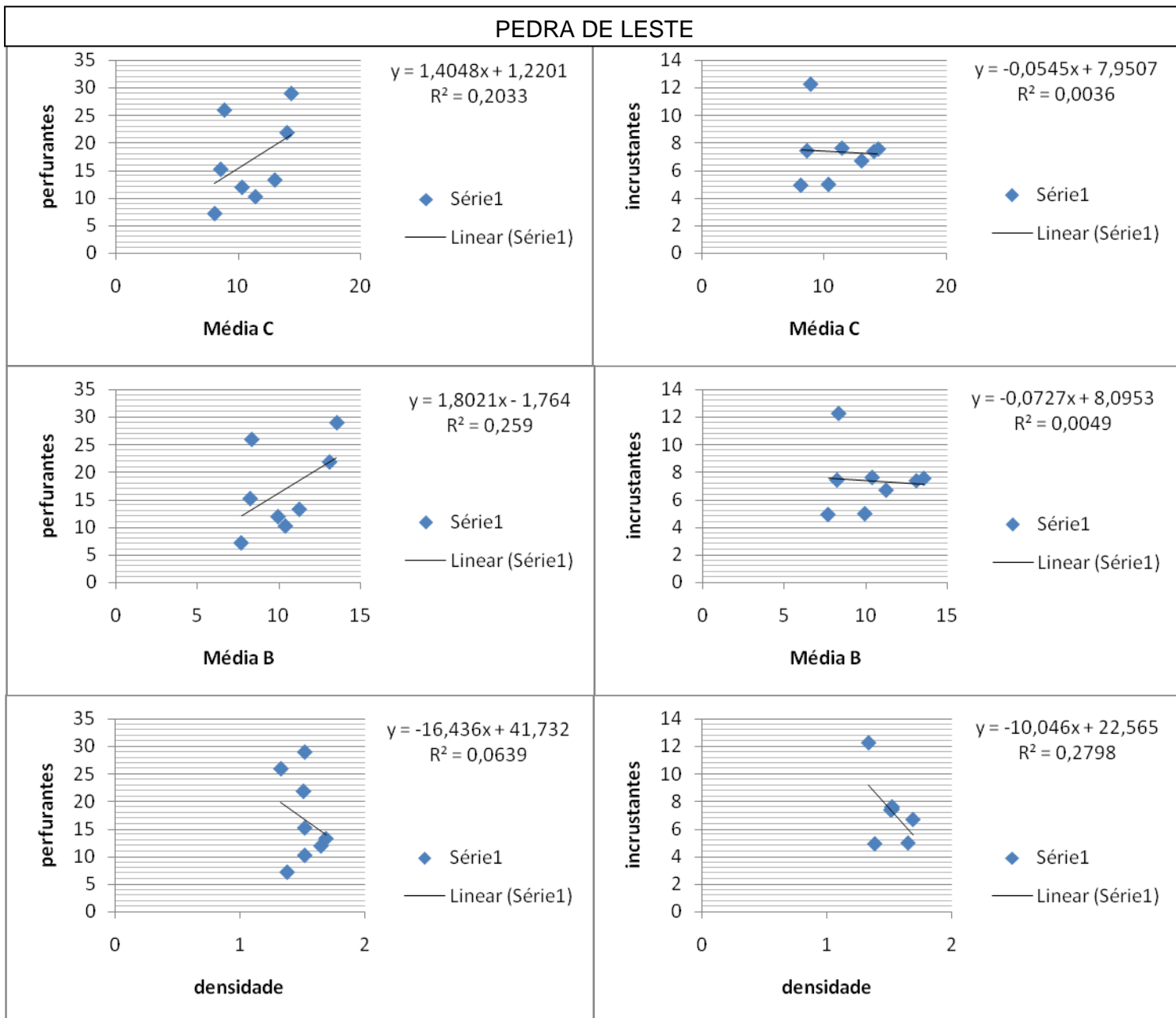


Figura 14. Gráficos de correlações entre as ocorrências de perfurantes e incrustantes com média do diâmetro do coral (Média C), média do diâmetro da base (Média B), densidade do coral. Cálculo do coeficiente de determinação (R^2).

Na estação de PL houve correlação significativa entre ocupação por perfurantes e ocupação por incrustantes, que apresentou coeficiente de determinação de 44%



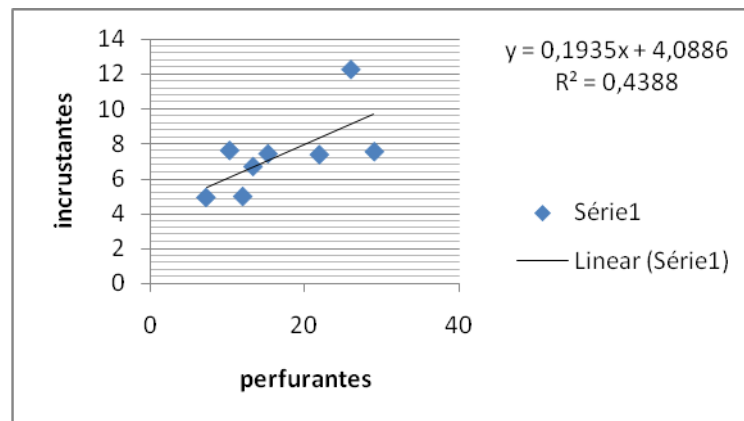


Figura 15. Gráficos de correlações entre as ocorrências de perfurantes e incrustantes com média do diâmetro do coral (Média C), média do diâmetro da base (Média B), densidade do coral. Cálculo do coeficiente de determinação (R^2).

4.3.5. Correlações de Pearson

A tabela 3 apresenta os resultados das correlações lineares entre as medidas e densidades dos corais amostrados e as taxas de ocupação por organismos perfurantes e incrustantes para cada estação de amostragem.

O tamanho da base dos corais foi o fator mais significativo em relação à ocupação por organismos apresentado pela correlação. Este parâmetro possui uma correlação significativa com a ocupação por perfurantes observados na estação de Sebastião Gomes (SG) e com a ocupação por organismos incrustantes na estação de Coroa Vermelha (CV). Na estação de Pedra de Leste (PL) foi observada a correlação entre ocupação por perfurantes e por incrustantes.

Tabela 3. Valores de correlação de Pearson entre ocorrência de organismos perfurantes e incrustantes e média do diâmetro do coral (Média C), média do diâmetro da base (Média B) e densidade do coral, e entre perfurantes e incrustantes.

*-Correlações significativas

SG	Média C	Média B	Densidade	Perfurantes	Incrustantes
Perfurantes	0,55	0,64*	0,38	---	0,06
Incrustantes	0,11	0,06	-0,55	0,06	---

CV	Média C	Média B	Densidade	Perfurantes	Incrustantes
Perfurantes	-0,04	-0,03	0,33	---	-0,02
Incrustantes	0,65*	0,72*	-0,17	-0,02	---

PL	Média C	Média B	Densidade	Perfurantes	Incrustantes
Perfurantes	0,45	0,51	-0,25	---	0,66*
Incrustantes	-0,06	-0,07	-0,53	0,66*	---

4.4. Comparações entre as estações de amostragem

Foram feitas comparações entre as ocupações por organismos perfurantes e incrustantes, incluindo ocupação por alga calcária e agrupamento dos organismos, nas estações de amostragem. Além disso, foi testada a diferença entre o comportamento das variáveis através do teste de Kruskal Wallis e feita sua representação gráfica. Foram feitos *boxplot's* para análise do comportamento das ocorrências de perfurantes e incrustantes.

4.4.1. Ocupações dos organismos

Análise das porcentagens de ocupação permitindo a observação da importância e do destaque dos organismos em cada estação de amostragem.

A estação de Sebastião Gomes foi a que apresentou maior porcentagem de ocupação por briozoário e Cirripedia. Os organismos: esponja, *Spirorbis* e *Pomatoceros* apresentaram maior porcentagem de ocupação na estação de Coroa Vermelha. E os bivalvíos (incluindo *Lithophaga*), os poliquetas incrustantes e *Cryptochiridae* apresentaram maior porcentagem de ocupação na estação de Pedra de Leste.

A representatividade dos poliquetas perfurantes e dos que possuem tubo em forma de "U" foi muito baixa dificultando a comparação.

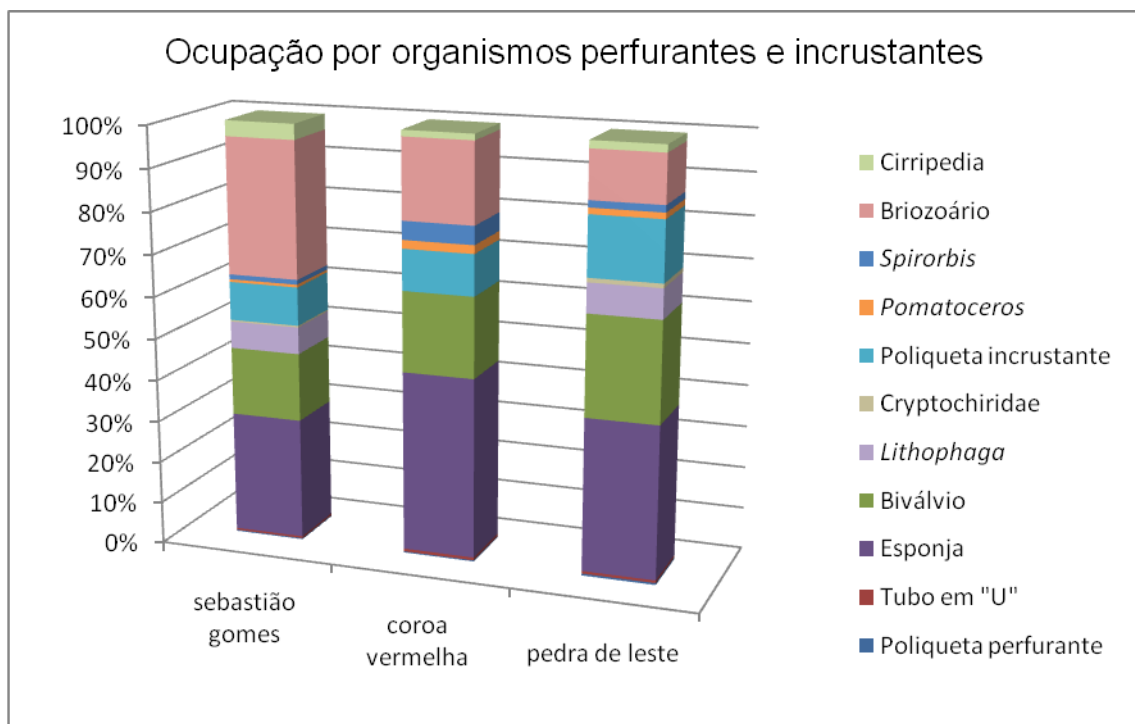


Figura 16. Porcentagem de ocupação por organismos perfurantes e incrustantes em cada uma das estações de amostragem.

A ocupação por alga calcária apresentou maior taxa nos corais da estação de Pedra de Leste e menor na estação de Coroa Vermelha.

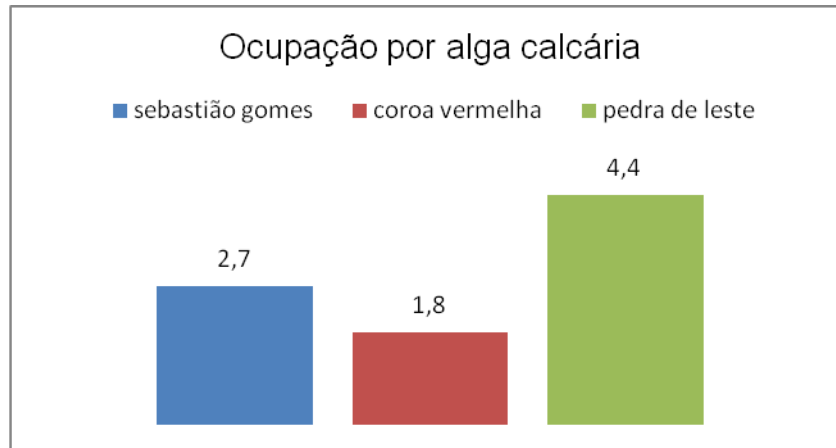


Figura 17. Média da taxa de ocupação por alga calcária nas amostras de cada estação.

4.4.2. Comparação entre as ocupações pelos grupos de perfurantes e incrustantes.

A estação de Sebastião Gomes foi a mais equilibrada em relação à taxa de ocupação por perfurantes e incrustantes, com cerca de 50% de ocupação para cada grupo, já nas outras duas estações a taxa de ocupação por perfurantes foi maior do que a de incrustantes.

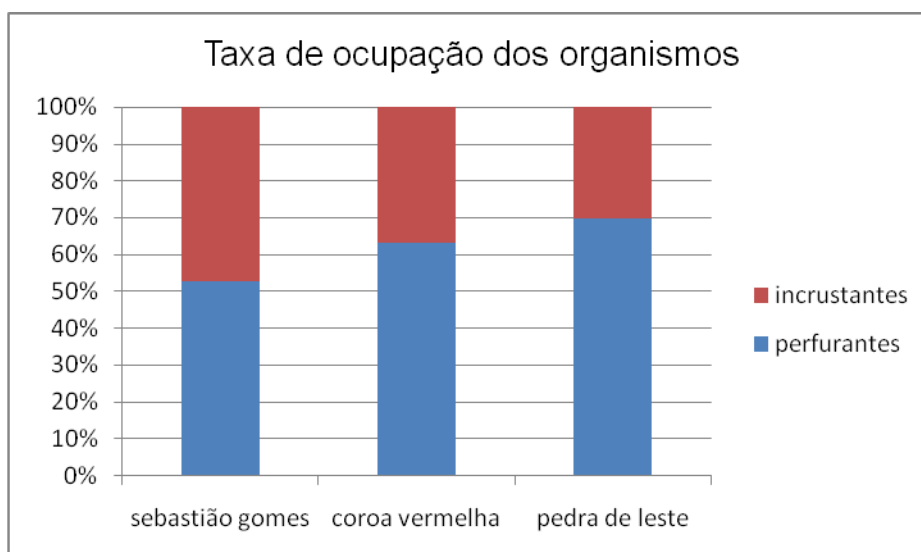


Figura 18. Ocupação por incrustantes e perfurantes em cada uma das estações de amostragem.

4.4.3. Teste de Kruskal Wallis

O teste foi feito com as variáveis: ocorrência de organismos perfurantes e incrustantes, média do diâmetro dos corais, média do diâmetro da base dos corais e densidade. Através do teste de Kruskal Wallis a hipótese nula (H_0) foi desprezada, confirmando a hipótese H_i , que afirma que as variáveis se comportam de modo diferente, com 0,05% de nível de significância.

O comportamento das variáveis de cada estação apresentou diferença significativa, que foi confirmada pelo teste de Kruskal Wallis e demonstrada no gráfico a seguir, tal diferença se apresenta com maior clareza quando observadas as ocorrências de organismos perfurantes e incrustantes.

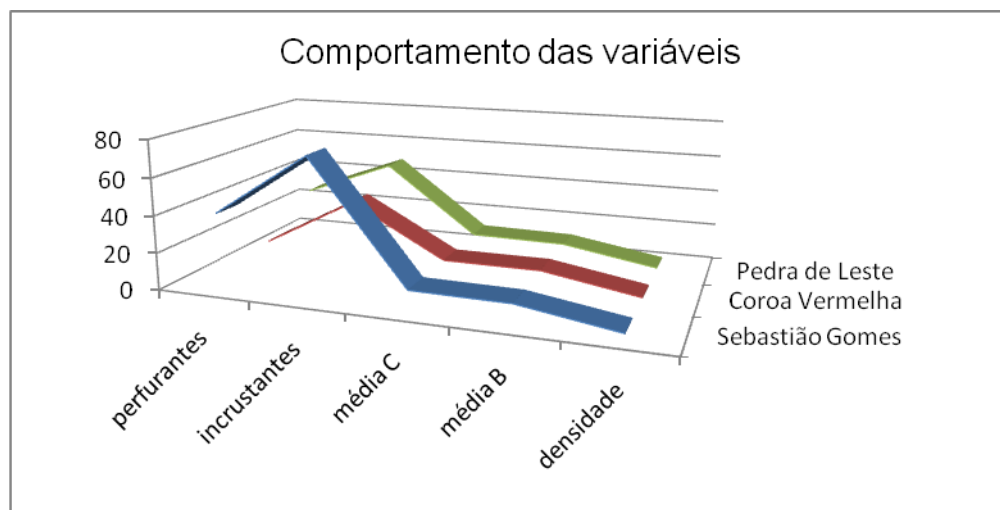


Figura 19. Gráfico representativo dos dados obtidos: Total de organismos perfurantes, total de organismos incrustantes, média do diâmetro dos corais amostrados (Média C), média do diâmetro das bases das amostras (Média B) e densidade das amostras.

4.4.4. *Boxplot's*

Na estação de Sebastião Gomes (SG) é observada uma tendência para direita quando analisadas as ocorrências de perfurantes e para esquerda quando analisadas as ocorrências de incrustantes. Nos perfurantes, a maioria das médias está acima da mediana, já nos incrustantes, elas estão abaixo da mediana. Na estação de Coroa Vermelha (CV) o comportamento dos perfurantes foi o mesmo

observado em SG só que em CV os valores foram ainda mais altos com uma tendência ainda maior para esquerda, e quando analisada a ocorrência dos organismos incrustantes os valores foram mais uniformes, assim como na estação de Pedra de Leste (PL). E o comportamento dos valores das ocorrências dos organismos perfurantes nesta estação (PL), apresentou uma tendência para esquerda, com a maioria das médias dos valores abaixo do valor da mediana.

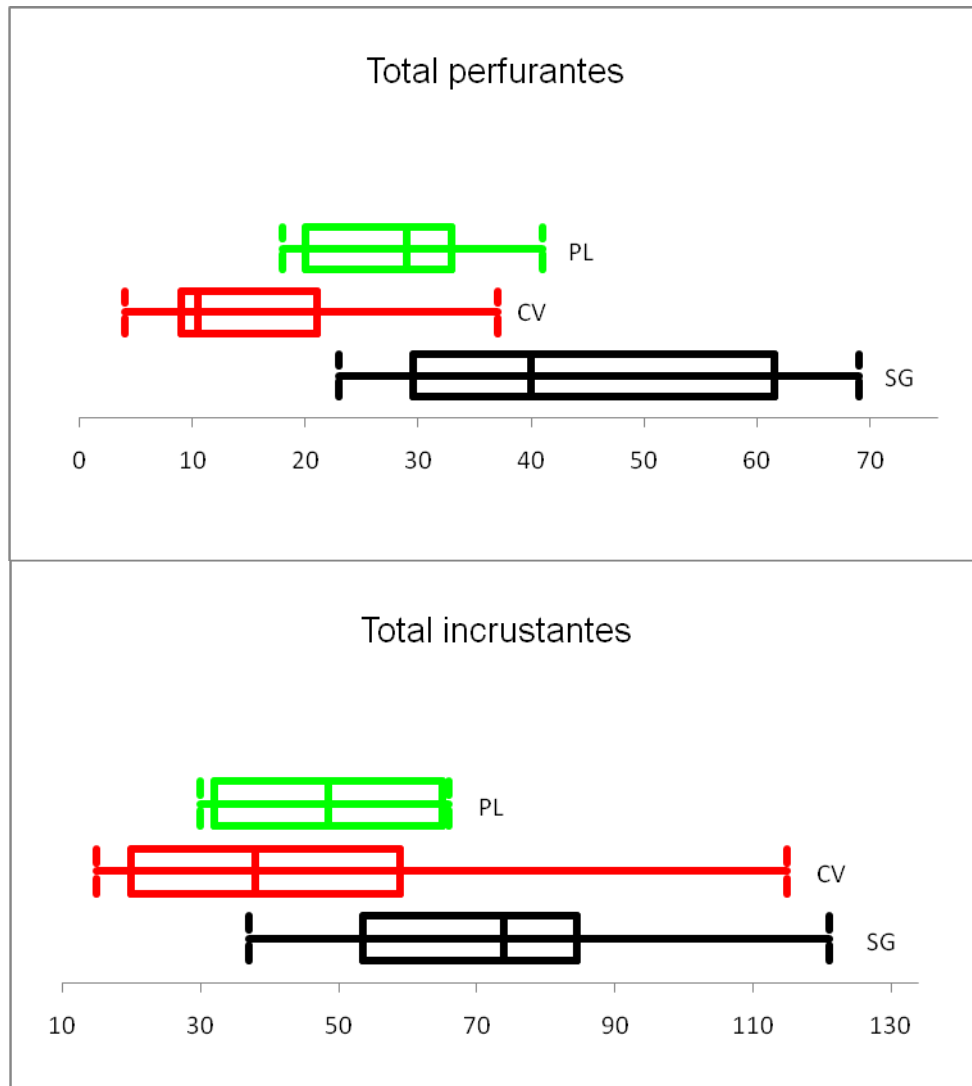


Figura 20. *Boxplot's* das ocorrências de organismos perfurantes e incrustantes para as estações de Pedra de Leste (PL), Coroa Vermelha (CV) e Sebastião Gomes (SG).

5. DISCUSSÃO

5.1. Ocorrência X Ocupação

As análises foram feitas através de contagem e medição dos organismos, quando quantificados, sua área de ocupação foi desprezada, sendo assim organismos coloniais como briozoários e esponja receberam menor importância, já que colônias grandes não foram diferenciadas das pequenas. É possível observar tal fato através da figura 8, onde os organismos com maior representatividade foram os poliquetas incrustantes, seu gênero *Spirorbis* e os bivalvíos, em todas as estações de amostragem. Tais organismos, em especial os poliquetas, ocupam uma área muito pequena, então sua abundância entra em contraste com sua taxa de ocupação, como pode ser observado na figura 10, onde eles perdem um pouco da sua importância e os briozoários e esponjas assumem sua real posição em todas as estações de amostragem. Devido a sua grande ocorrência e seu tamanho, os bivalvíos tiveram boa representatividade nos dois casos analisados. Sendo assim, a taxa de ocupação foi o dado que demonstrou como realmente ocorre a relação entre os organismos e os corais.

5.2. Localização dos organismos

A ocorrência dos organismos foi maior na região do coral coberta por alga calcária, quando analisadas em conjunto todas as estações da amostragem. Organismos como briozoários, esponjas, poliquetas perfurantes e incrustantes, tubos em "U", *Pomatoceros* e *Spirorbis*, ocorreram em maior proporção nesta localização, ocorrendo também na base sem alga calcária e na quebra. Os bivalvíos, especialmente o gênero *Lithophaga* também ocorreram em todas as regiões, só que predominantemente na base. A maior ocorrência dos organismos nesta parte do coral pode ser explicada pelo fato da alga calcária promover proteção a esses organismos.

Destaca-se que na estação Coroa Vermelha a maioria dos organismos ocorre na base, em razão da baixa ocupação por alga calcária, que teve uma média de ocupação na proporção de 1,8, que corresponde, de acordo com a tabela 2, a baixa ocupação, sendo assim, a maior parte da base dos corais nesta estação é praticamente desprovida de alga. Este caso trata-se de uma exceção no contexto das estações estudadas.

Os resultados obtidos confirmam estudos anteriores (Oigman-Pszezol & Creed, 2006; Nogueira, 2003), que apontam baixa ocorrência dos organismos na colônia, parte viva do coral que possui proteção, se tornando uma região inóspita para a maioria dos organismos. Nesta região foram encontrados apenas os Cirripedia, Cryptochiridae e *Lithophaga*.

5.3. Organismos perfurantes

Os organismos perfurantes vão ser responsáveis pela destruição da estrutura coralínea, e os principais organismos deste processo encontrados em todas as estações de amostragem foram as esponjas e os bivalvíos.

Todos os organismos perfurantes tiveram maior ocorrência e maior taxa de ocupação na estação de Sebastião Gomes e menor em Coroa Vermelha.

Quando analisada a ocupação relativa, as esponjas foram mais representativas na estação de Coroa Vermelha, já os bivalvíos na estação de Pedra de Leste, assim como Cryptochiridae e *Lithophaga*.

A ocupação pelo grupo de perfurantes apresentou maior taxa do que o grupo de incrustantes, em todas as estações de amostragem. Isso significa que os corais amostrados são mais suscetíveis a esses organismos, ou seja, aos que destroem a estrutura do que aqueles que os protegem e conseqüentemente contribuem na consolidação do edifício coralíneo.

O presente estudo corrobora trabalhos anteriores, como:

Pandolfi & Greenstein (1997), Perry (1998) e Hepburn *et al.* (2005), que encontraram as esponjas como sendo os macroperfurantes dominantes nas regiões estudadas.

No norte da Bahia, Reis (2001) e Reis & Leão (2003) encontraram esponjas e bivalvíos como sendo os perfurantes mais ativos nos corais.

Em golfo Dulce, Fonseca *et al.* (2006), encontraram os bivalvíos como os principais endolíticos. E a abundância relativa dos bivalvíos aumentando com o aumento da degradação do local. Tal degradação neste recife ocorre principalmente por causa das altas cargas de sedimento terrígeno, em consequência do desflorestamento das áreas próximas aos rios. Situação que ocorre de modo similar na região de Caravelas.

Dados de Santa-Izabel (2001) e Santa-Izabel *et al.* (2000) comparando a bioerosão por bivalvíos e poliquetas (incluindo sipúnculos) no coral *Mussismilia hispida* (Verrill, 1868), encontraram maior porcentagem relativa de ocorrência de bivalvíos em comparação com poliquetas. Para estes autores, tais dados sugerem que a influência do enriquecimento de nutrientes, devido à contaminação por esgoto doméstico da região costeira do Norte da Bahia, está favorecendo a atividade das esponjas e dos bivalvíos, que são planctívoros, e no nível que se encontram podem ser considerados fortes agentes destrutivos dos recifes. No presente estudo não se pode cogitar a questão do esgoto doméstico que é jogado *in natura* no rio Caravelas, uma vez que os recifes estudados distam, aproximadamente, 25 km da costa. Embora não existam condições mensuráveis para tal sugestão de eutrofização, o fato é que nas estações de amostragem do presente estudo, esponjas e bivalvíos também foram os mais representativos.

Embora não tenham sido feitas neste estudo as taxas de acumulação de sedimento e quantidade de nutrientes, os resultados corroboram com estudos anteriores, onde a alta taxa de bioerosão apresenta correlação positiva com variáveis ambientais indicativas de eutrofização e degradação dos recifes (Holmes *et al.*, 2000; Sammarco & Risk, 1990).

5.4. Organismos incrustantes

Os organismos incrustantes vão ser responsáveis pela consolidação da estrutura coralínea. Os principais encontrados neste estudo foram as algas calcárias e em menor proporção os briozoários, em todas as estações de amostragem.

A maior ocorrência e ocupação por incrustantes foi na estação Sebastião Gomes e menor em Pedra de Leste.

Os organismos incrustantes mais ocorrentes foram os poliquetas (incluindo *Spirorbis*) e a maior taxa de ocupação foi pelos briozoários em todas as estações de amostragem, apenas na estação Pedra de Leste os poliquetas apresentaram maior taxa de ocupação do que os briozoários. Só que os poliquetas incrustantes possuem menor capacidade de consolidação do substrato do que os briozoários, razão pela qual sua importância é reduzida, independente da ocorrência e ocupação.

Quando analisada a ocupação relativa, os briozoários tiveram maior representatividade na estação de Sebastião Gomes, já os poliquetas incrustantes (incluindo *Spirorbis* e *Pomatoceros*) nas estações Pedra de Leste e Coroa Vermelha.

As algas calcárias apresentaram, de acordo com a proporção analisada, ocupação abundante em Pedra de Leste, média em Sebastião Gomes e baixa em Coroa Vermelha.

5.5. Relações entre organismos perfurantes e incrustantes

Foi observada uma relação inversamente proporcional entre esponjas e bivalvíos (incluindo o gênero *Lithophaga*). O mesmo foi observado para a relação entre esponjas e briozoários, só que menos evidente. Provavelmente essas relações ocorrem devido à competição por espaço.

Na análise gráfica, através do coeficiente de determinação (R^2), não foi observada relação entre a ocupação por perfurantes e por incrustantes nas estações de Sebastião Gomes e Pedra de Leste. Na estação de Coroa Vermelha esta relação

foi observada com coeficiente de determinação de 43% da ocupação por incrustantes, variando em função da ocupação por perfurantes, confirmada com a correlação de Pearson, significativa para esta relação.

Ainda que as relações entre os organismos não tenham sido demonstradas estatisticamente, elas provavelmente ocorrem entre outros indivíduos além de esponjas, briozoários e bivalvíos, já que vários estudos têm demonstrado um decaimento na infestação por perfurantes com o aumento da incrustação do substrato, já que os incrustantes podem crescer sobrepondo ou bloqueando as aberturas das perfurações (Perry & Hepburn, 2008).

5.6. Relação entre os organismos, tamanho e densidade dos corais

Era esperado um aumento das ocorrências e ocupações dos organismos com aumento do tamanho dos corais, devido ao aumento do espaço disponível, mas isso não foi observado tão claramente, apenas algumas correlações demonstraram essa relação. Como em Sebastião Gomes, que foi observada correlação entre diâmetro do coral e ocupação por perfurantes e em Coroa Vermelha entre diâmetro do coral e de sua base e ocupação por organismos incrustantes.

A densidade é conhecida como um fator que controla a ocorrência de perfurantes (Highsmith, 1981; Sammarco & Risk, 1990), no presente trabalho não foi observada tal relação, isto pode ser explicado pelo fato dos corais amostrados serem da mesma espécie, apresentando baixa variação de densidade, inviabilizando a diferenciação das amostras em relação a este parâmetro.

5.7. Taxas de acumulação de sedimento

Estudos anteriores tais como Segal (2003), demonstraram variações nas taxas de acumulação de sedimento nas 3 estações, assim distribuídas:

SG > CV > PL

A estação com maior taxa de acumulação de sedimento foi Sebastião Gomes, a mesma estação que apresentou maior ocupação e ocorrência dos organismos, em oposição à estação de Pedra de Leste, que foi a que apresentou menor taxa de acumulação de sedimento e menor ocupação e ocorrência dos organismos.

Sebastião Gomes teve um alto índice de degradação pelos maiores agentes perfurantes, as taxas de ocupação e ocorrência de incrustantes foram altas, mas não ultrapassaram as taxas de perfurantes, e a ocupação por alga calcária foi média, então aparentemente a destruição é maior do que a ação dos organismos que consolidam a estrutura coralínea. Em Coroa Vermelha, a atividade dos perfurantes e dos incrustantes foi pouco intensa e a ocupação por alga calcária incrustante foi baixa. A estação mais estável foi Pedra de Leste com ocupação abundante por alga calcária e baixa degradação, com pouca ocorrência de organismos tanto perfurantes quanto incrustantes. Estas observações confirmam a relação entre aumento das taxas de acumulação de sedimento e aumento da atividade dos organismos perfurantes e incrustantes.

6. CONCLUSÃO

- Maior ocorrência de organismos incrustantes e perfurantes na parte da base do coral coberta por alga calcária, chegando-se a conclusão que a alga calcária favorece a ocorrência destes organismos.
- Os principais organismos perfurantes encontrados foram as esponjas e os bivalvíos e os que apresentaram menor representatividade foram os poliquetas perfurantes.
- Os principais organismos incrustantes encontrados, além das algas calcárias, foram os poliquetas e os briozoários.
- A ocorrência de organismos perfurantes foi maior do que a de incrustantes.
- Verificou-se que a competição por espaço é freqüente, sendo maior entre bivalvíos e esponjas e sutil entre esponjas e briozoários.
- Existe uma relação, ainda que pouco evidente, entre aumento do tamanho dos corais e aumento da ocupação por organismos perfurantes e incrustantes.
- Não foi observada relação entre a densidade dos corais e a ocorrência de organismos perfurantes e incrustantes.
- A estação de amostragem Sebastião Gomes, que apresentou maior taxa de acumulação de sedimento, teve maior ocorrência e ocupação pelos organismos estudados e a menor taxa de acumulação de sedimento e menor ocorrência e ocupação pelos organismos foi observada na estação Pedra de Leste.
- É possível que os dados aqui apresentados demonstrem o grau de degradação dos recifes estudados. Sendo o Recife de Sebastião Gomes o mais degradado e o Recife de Pedra de Leste o mais preservado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKER, K.L.; RISK, M.J. Substrate destruction and sediment production by the boring sponge *Cliona caribbea* on Grand Cayman Island. **Journal of sedimentary petrology**, v.55, n.5, p.705-711, 1985.
- BAK, R.P.M. The growth of coral colonies and the importance of crustose coralline algae and burrowing sponges in relation with carbonate accumulation. **Netherlands Journal of Sea Research**, v.10, p.285-337, 1976.
- BALLERSTEDT, S. *Spirorbis spirorbis*. A tubeworm. **Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme** [online]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. 2006. Disponível em: <<http://www.marlin.ac.uk/species/Spirorbispirorbis.htm>>. Acesso em: 6 jul. 2008.
- BIRKELAND, C. **Life and death of Coral Reefs**. New York: Chapman & Hall, 1997.
- CALCINAI, B.; ARILLO, A.; CERRANO, C.; BAVESTRELLO, G. Taxonomy-related differences in the excavating micro-patterns of boring sponges. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.83, p.37-39, 2003.
- CANALDOTEMPO.COM. 2008. Médias e registros mensais para a cidade de Caravelas, Bahia. Disponível em: <<http://br.weather.com/weather/local/BRXX0062?x=0&y=0>>. Acesso em: 5 jan. 2008.
- CARRICART-GANIVET, J.P.; CARRERA-PARRA L.F.; QUAN-YOUNG, L.I.; GARCIA-MADRIGAL, M.S., Ecological note on *Troglocarcinus corallicola* (Brachyura: Cryptochiridae) living in symbiosis with *Mancina areaolata* (Cnidaria: Scleractinia) in the Mexican Caribbean. **Coral Reefs**, v.23, p.215–217, 2004.
- CASTRO, C.B. Corals of Southern Bahia. In: Hetzel, B. & Castro, C.B. **Corals of Southern Bahia**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994. p.160-176.
- CHOI, D.R.; GINSBURG, R.N. Distribution of coelobites (cavity-dwellers) in coral rubble across the Florida reef tract. **Coral Reefs**, v.2, p.165–172, 1983.

- COSTA JR., O.S. **Efeitos da percolação da água do lençol freático nos recifes de coral das praias de Guarajuba e papa Gente, litoral norte do estado da Bahia.** Bahia:UFBA, 1988. p.103. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências.
- COSTA JR., O.S.; LEÃO, Z.M.A.N.; NIMMO, M.; ATRILL, M. Nutrifcation impacts on coral reefs from Northern Bahia, Brazil. **Hydrobiology**, v.440, p.307–316, 2000.
- CUTLER, E. B. **The Sipuncula: Their systematics, biology and evolution.** New York, Ithaca: Cornell University Press, 1994.
- DHN. **Atlas de cartas piloto.** Diretoria de Hidrografia e Navegação. 2ª edição. Rio de Janeiro, 24p. 1993.
- DHN. Tábua de maré do Porto de Ilhéus, Bahia. 2003.Disponível em: <www.mar.mil.br>. Acesso em: 8 ago. 2008.
- DUDLEY, W.C. **Coral Reef Sedimentology**, 2003. Disponível em: <<http://www.kmec.uhh.hawaii.edu/QUESTInfo/reefsEDM.pdf> >. Acesso em: 12 out. 2008.
- DUTRA, L.X.C. **Os efeitos do aporte de sedimento na vitalidade dos recifes de corais de Abrolhos, Bahia.** Bahia:UFBA, 2003. Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências, Curso de pós-graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia.
- DUTRA, L.X.C.; KIKUCHI, R.K.P.; LEÃO, Z.M.A.N. Effects of sediment accumulation on reefs corals from Abrolhos, Bahia, Brazil. **Journal of Coastal Research**. SI 39, 2004.
- FABRICIUS, K.; DE'ATH, G. Environmental factors associated with the spatial distribution of crustose coralline algae on the Great Barrier Reef. **Coral Reefs**, v.19, p.303–309, 2001.
- FERNANDES, A.C.S.; BORGHI, L.; CARVALHO, I. S. & ABREU, C.J. **Guia dos icnofósseis do Brasil.** Rio de Janeiro: Interciência, 2002.
- FONSECA E.A.C.; DEAN, H. K.; CORTÉS, J. Non-colonial coral macro-borers as indicators of coral reef status in the south Pacific of Costa Rica. **Revista de biología tropical**, v.54, n.1, p.101-115, 2006.

- FÖRSTERRA, G.; BEUCK, L.; HÄUSSERMANN, V.; FREIWALD, A. Shallow water *Desmophyllum dianthus* (Scleractinia) from Chile: characteristics of the biocenoses, the bioeroding community, heterotrophic interactions and (palaeo)-bathymetrical implications. In: Freiwald, A. & Roberts, J. M. (eds.): **Cold-water corals and ecosystems**. –Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. p.937–977.
- GARRETT, P.; SMITH, D.L.; WILSON, A.O.; PATRIQUIN, D. Physiography, ecology, and sediments of two Bermuda patch reefs. **Journal of Geology**, v.79, p.647–668, 1971.
- GINSBURG, R.N.; SCHROEDER, J.H. Growth and submarine fossilization of algal cup reefs, Bermuda. **Sedimentology**, v.20, p.575-614, 1973.
- GISCHLER, E.; GINSBURG, R.N. Cavity dwellers (Coelobites) under coral rubble in southern Belize barrier and atoll reefs. **Bulletin of Marine Science**, v.58, p.570–589, 1996.
- GLYNN, P. Bioerosion and coral reef growth: a dynamic balance: 68-95. En: Birkeland, C.(ed.): **Life and Death of Coral Reefs**. New York: Chapman & Hall, 1997. p.536.
- GOLUBIC, S.; PERKINS, R.D.; LUKAS, K.J. Boring microorganisms and microborings in carbonate substrates. In: Frey, R.W. (ed) **The Study of Trace Fossils - A Synthesis of Principles, Problems and Procedures in Ichnology.**, New York: Springer-Verlang, 1975. p.229-259.
- HALLOCK, P.; MULLER-KARGER, F.E.; HALAS, J.C. Coral reef decline. **National Geographic Resesearch and Exploration**, v.9, p.358–378, 1993.
- HEDLEY, R.H. Studies of serpild tube formation 1. The secretion of the Calcareous and Organic Components of the tube by *Pomatoceros triqueter*. **Quarterly Journal of Microscopial Science**, v.97, part 3, p.411–419, 1956.
- HEDLEY, R.H. Tube formation by *Pomatoceros triqueter*. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdon**, v.37, p.315–322, 1958.
- HEPBURN, L.J., PERRY, C.T., BLANCHON, P. Distribution of macroborers in reef rubble, Puerto Morelos, Mexican Caribbean. Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium, Okinawa, Japan, pp. 327–334, 2005.
- HIGHSMITH, R. C. Geographic patterns of coral bioerosion: a productivity hypothesis. **Journal of Experimental Marine Biology**, v.46, p.177 196, 1980.

- HIGHSMITH, R.C. Coral bioerosion: damage relative to skeletal density. **American Naturalist**, v.117, p.193-198, 1981.
- HOLMES, K.; EDINGER, E.; LIMMON, H.; RISK, M. Bioerosion of live massive corals and branching coral rubble on Indonesian coral reefs. **Marine Pollution Bulletin**, v.40, p.606–617, 2000.
- HUBBARD, D.K. Hurricane induced sediment transport in open-shelf tropical systems—an example from St Croix, U.S. Virgin Islands. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.62, p.946–960, 1992.
- HUBBARD, D.K.; MILLER, A.I.; SCATURO, D. Production and cycling of calcium carbonate in a shelf– edge reef system (St. Croix, U.S. Virgin Islands): applications to the nature of reef systems in the fossil record. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.60, p.335–360, 1990.
- HUBBARD, J.A.E.B. Cavity formation in living scleractinian reef corals and fossil analogues. **International Journal of Earth Sciences**, v.61, n.2, p.551-564, 1972.
- HUTCHINGS, P.A. Biological destruction of coral reefs. **Coral Reefs**, v.4, p.239-252, 1986.
- HUTCHINGS, P.A.; KIENE, W.E.; CUNNINGHAM, R.B.; DONNELLY C. Spatial and temporal patterns of non-colonial boring organisms (polychaetes, sipunculans and bivalve molluscs) in *Porites* at Lizard Island, Great Barrier Reef. **Coral Reefs**, v.11, p.23-31, 1992.
- HUTCHINGS, P.A.; PEYROT-CLAUSADE M. The distribution and abundance of boring species of polychaetes and sipunculians in coral substrates in French Polynesia. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.269, p.101-121, 2002.
- JOHANSSON R.; NEVES E., FRANCO G. M. O. & SILVEIRA F. L. The Association of Two Gall Crabs (Brachyura: Cryptochiridae) with the Reef-building Coral *Siderastrea stellata* (Verrill, 1868). **Hydrobiologia**, v. 559, p. 379-384, 2006.
- KIENE, W.E. A model of bioerosion on the Great Barrier Reef. Proceedings of 6th International Coral Reef Symposium, 1988. 3: p.449-454.

- KIKUCHI, R.K.P.; LEÃO, Z.M.A.N. The effects of sea level fluctuation on reef development and coral community structure, northern Bahia, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v.70, n.2, p.159-171, 1998.
- KLEEMANN, K. **Marine Bioerosion**. 2001. Disponível em: <<http://www.sbg.ac.at/ipk/avstudio/pierofun/transcript/bioeros.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2008.
- KNOPPERS, B.; MEYERHOFER, M.; MARONE, E.; DUTZ, J.; LOPES, R.; LEIPE, T.; CAMARGO, R. Compartments of the pelagic system and material exchange at the Abrolhos Bank coral reefs, Brazil. **Archive of Fishery and Marine Research**, v.47, n.2/3, p.285-306, 1999.
- KNOWLTON, N. The future of coral reefs. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.98, n.10, p.5419–5423, 2001.
- KROPP, R.K. Feeding biology and mouthpart morphology of three species of coral gall crabs (Decapoda: Cryptochiridae). **Journal of Crustacean Biology**, v.6, n.3, p.377-384, 1986.
- LABOREL, J.L. Madréporaires et hydrocoralliaires récifaux dès cotes brésiliennes: systématique, écologie, répartition verticale et géographique. **Annales Institute Océanographique**, v.47, p.171-229, 1969a.
- LABOREL, J. Madreporaires et hydrocoralliaires récifaux dès cotes brésiliennes. systematique, écologie, répartition verticale et géographique. In: **XXXVI Campagnes de la Calypso au large dès côtes Atlantiques de l’Amerique du Sud (1961-1962)**. Résultats scientifiques des campagnes de la “Calypso”, fascicule IX, 229p. 1969b.
- LABOREL, J. Les peuplements de madréporaires des cotes tropicales du Brésil. **Annals of University of Abidjan**. (série E) v.2, n.1, p.260. 1970.
- LEÃO, Z.M.A.N. **Morphology, geology and developmental history of the southernmost coral reefs of Western Atlantic, Abrolhos Bank, Brazil**. 1982, p.216. PhD Thesis. Miami, USA: University of Miami.
- LEÃO, Z.M.A.N. The coral reefs of Southern Bahia. In: Hetzel, B. & Castro, CB. **Corais do Sul da Bahia**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994. p.151-159.

- LEÃO, Z.M.A.N. The coral reefs of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v.68, n.3, p.339-452, 1996.
- LEÃO, Z.M.A.N. Abrolhos - O complexo recifal mais extenso do Oceano Atlântico Sul. In: Schobbenhaus,C.; Campos,D.A.; Queiroz,E.T.; Winge,M.; Berbert-Born,M. (Edit.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, 1999. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio090/sitio090.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2008.
- LEÃO, Z.M.A.N.; GINSBURG, R.N. Living reefs surrounded by siliciclastic sediments: The Abrolhos coastalreefs, Bahia, Brazil. 1997. Proceedings of 8th International Coral Reef Symposium. 2:1767-1772.
- LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P. The Bahian coral reefs – from 7.000 years B.P. to 2.000 years A.D. **Ciência e Cultura**, v.51, n.3/4, p.262-273, 1999.
- LEÃO, Z.M.A.N.; DUTRA, L.X.C.; SPANÓ, S. The characteristic of bottom sediments. In: ALLEN, G.R.; DUTRA, G.; WERNER, T.B. (eds.). **A rapid biodiversity assessment of the Abrolhos Bank, Brazil**. Washington D.C.: Conservation International, 2001. p.38.
- LIU, P.-J.; HSIEH, H.-L. Burrow architecture of the spionid polychaete *Polydora villosa* in the corals *Montipora* and *Porites*. **Zoological Studies**, v.39, p.47-54, 2000.
- MACGEACHY, J.K.; STEARN. C.W. Boring by macroorganisms in the coral *Montastrea annularis* on Barbados reefs. **Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie**, v.61, p.715-745, 1976.
- MACINTYRE, I.G.; GLYNN, P.W. Evolution of modern Caribbean fringing reef, Galeta Point, Panama. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, v.60, p.1054–1072, 1976.
- MAIDA, M.; FERREIRA, B.P. **Coral reefs of Brazil: Overview and field guide**. In: Proc. 8th Int Coral Reef Symposium, v.1, p.263-274. 1997.
- MALLELA J.; PERRY C.T. Calcium carbonate budgets for two coral reefs affected by different terrestrial runoff regimes, Rio Bueno, Jamaica. **Coral Reefs**, v.26, p.129-145, 2007.

- MARTINDALE, W. **Calcareous encrusting organisms of the recent and Pleistocene reefs of Barbados, West Indies**. 1976.p.156. PhD thesis. The University of Edinburgh, Scotland.
- MARTINDALE, W. Calcified epibionts as palaeoecological tools: examples from the recent and Pleistocene reefs of Barbados. **Coral Reefs**, v.11, p.167–177, 1992.
- MATHEWS-AMOS, A.; BERNTSON E.A. **Turning up the heat: how global warming threatens life in the sea**. Washington, D.C.: Marine Conservation Biology Institute and WWF, 2002.
- McALLISTER, D.E. What is the status of the world's coral reef fishes? **Sea Wind**, v.5, p.14–18, 1991.
- McCLOSKEY, L.R. The dynamics of the community associated with marine scleractinian coral. **Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie**, v.55, n.1, p.13-81, 1970.
- McDIARMID, H.; DAY, R.; WILSON, R. The ecology of polychaetes that infest abalone shells in Victoria, Australia. **Journal of Shellfisheries Research**, v.23, n.4, p.1179-1188, 2004.
- MOBERG, F.; FOLKE, C. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecological Economics**, v.29, iss.2, p.215-233, 1999.
- MORENO-FORERO, S.K.; NAVAS, G.R.S.; SOLANO, O.D. Cryptobiota associated to *dead Acropora palmata* (Scleractinia: Acroporidae) coral, Isla Grande, Colombian Caribbean. **Revista de Biología Tropical**, v.46, n.2, p.229-236, 1998.
- NEUMANN, A.C. Observations on Coastal Erosion in Bermuda and measurements of the boring rate of the sponge, *Cliona lampa*. **Limnology and Oceanography**, v.11, p.92-108, 1966.
- NEVES, G. & OMENA E. Influence of sponge morphology on the composition of the polychaete associated fauna from Rocas Atoll, northeast Brazil. **Coral Reefs**, v. 22, p. 123-129, 2003.
- NOGUEIRA, J.M.M. Fauna living in colonies of *Mussismilia hispida* (Verrill) (Cnidaria: Scleractinia) in four South-eastern Brazil islands. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.46, p.421-432, 2003.

- NOGUEIRA, J.M.M. & RIZZO, A.E. A new species of *Branchiomaldane* (Polychaeta: Arenicolidae) from the state of São Paulo, south-eastern Brazil. **Journal - Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 81, p. 415-421, 2001.
- NOGUEIRA, J.M.M.; SAN MARTÍN, G. & AMARAL, A.C.Z. Description of five new species of Exogoninae Rioja, 1925 (Polychaeta: Syllidae) associated with the stony coral *Mussismilia hispida* (Verrill, 1868) in São Paulo State, Brazil. **Journal of Natural History**, v. 35 : (12), p. 1773-1794, 2001.
- OIGMAN-PSZEZOL, S.S.; CREED, J.C. Distribution and abundance of fauna on living tissues of two Brazilian hermatypic corals *Mussismilia hispida* (Verrill 1902) and *Siderastrea stellata* (Verrill, 1868). **Hydrobiologia**, v.563, p.143-154, 2006.
- OLIVEIRA, M.D.M.; KIKUCHI, R.K.P.; LEÃO, Z.M.A.N.; MAGALHAES, L.A.S. Crescimento do coral *Mussismilia braziliensis* (Verrill, 1968) na região de abrolhos, extremo sul da Bahia, Brasil. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2005. Vitória. **Livro de Resumos**. Vitória. v. 1. p. 1-3.
- PANDOLFI, J.M.; GREENSTEIN, B.J. Taphonomic alteration of reef corals: effects of reef environment and coral growth form. I. The Great Barrier Reef. **Palaios** 12, 27–42, 1997.
- PARI, N.; PEYROT-CLAUSADE, M.; LECAMPION-ALSUMARD, T.; HUTCHINGS, P.; CHAZOTTES, V.; GOLUBIC, S.; LECAMPION, J.; FONTAINE, M.F. Bioerosion of experimental substrates on high islands and on atoll lagoons (French Polynesia) after two years of exposure. **Marine Ecology Progress Series**, v.166, p.119-130, 1998.
- PERRY, C.T. Macro-borers within coral framework at Discovery Bay, north Jamaica: species distribution and abundance, and effects on coral preservation. **Coral Reefs**, v.17, p.277-287, 1998.
- PERRY, C.T. Reef Framework Preservation in Four Contrasting Modern Reef Environments, Discovery Bay, Jamaica. **Journal of Coastal Research**, v. 15, n. 3, p.796–812, 1999.

- PERRY, C.T., and BERTLING, M. Spatial and temporal patterns of macroboring within Mesozoic and Cenozoic coral reef systems: *in* Insalaco, E., Skelton, E., and Palmer, T.J., eds., *Carbonate Platform Systems: Components and Interactions: Geological Society of London Special Publications*, v. 178, p. 33–50, 2000.
- PERRY, C.T.; HEPBURN, L.J. Syn-depositional alteration of coral reef framework through bioerosion, encrustation and cementation: Taphonomic signatures of reef accretion and reef. **Earth Science Reviews**, v.86, iss.1-4, p.106-144, 2008.
- REAKA-KUDLA, M.L.; FEINGOLD, J.S.; GLYNN, W. Experimental studies of rapid bioerosion of coral reefs in the Galapagos Islands. **Coral Reefs**, v.15, p.101–107, 1996.
- REIS, M.A.C. **A ação bioerosiva da esponja *Cliona celata* (Grant, 1826) (Porifera–Desmopongia) no coral *Siderastrea stellata* (Verrill, 1868), dos recifes do litoral norte do estado da Bahia**. Bahia:UFBA, 2001. 156p. Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências.
- REIS, M.A.C.; LEÃO, Z.M.A.N. Bioerosion rate of the sponge *Cliona celata* (Grant, 1826) from reefs in turbid waters, north Bahia, Brazil. In: *Proceedings of the Tenth International Coral Reef Symposium*, vol. 1 p. 273–278. 2003.
- RILEY, K.; BALLERSTEDT, S. *Pomatoceros triqueter*. A tubeworm. **Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme** [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. 2005. Disponível em: <<http://www.marlin.ac.uk/species/Pomatocerostriqueter.htm>>. Acesso em: 28 out. 2008.
- RÜTZLER, K. The role of burrowing sponges in bioerosion. **Oecologia**, v.19, p.203-216, 1975.
- RYLAND, J.S. **Bryozoans**. London: Hutchinson University Library, 1970. p.175.
- SAILING DIRECTIONS (ENROUTE). **East coast of South America**. National imagery and mapping agency, 8th edition, 269p. 2001.

- SAMMARCO, P.W.; RISK, M.J. Large-scale patterns in internal bioerosion of *Porites*: Cross continental shelf trends on the Great Barrier Reef. **Marine Ecology Progress Series**, v.59, p.145-156, 1990.
- SANTA-IZABEL, L.M. **Caracterização da bioerosão interna dos recifes de Guarajuba com ênfase nos macroperfuradores bivalvos, sipunculídeos e poliquetas, litoral norte do estado da Bahia**. Bahia: UFBA, 2001. p.141. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências.
- SANTA-IZABEL, L.M.; LEÃO, Z.M.A.N.; PESO-AGUIAR, M.C. Polychaetes from the Guarajuba coral reefs, Bahia, Brazil. **Bulletin of Marine Science**., v.67, n.1, p.645–653, 2000.
- SCOFFIN, T.P. Taphonomy of coral reefs: a review. **Coral Reefs**, v.11, p.57-77, 1992.
- SCOFFIN, T.P.; BRADSHAW, C. The taphonomic significance of endoliths in dead-versus live-coral skeletons. **Palaios**, v.15, p.248–254, 2000.
- SCOTTO, L.E.; GORE, R.H. Laboratory cultured zoel stages of the coral gall-forming crab *Troglocarcinus corallicola* Verrill, 1908 (Brachyura: Hapalocarcinidae) and its familial position. **Journal of Crustacean Biology**, v.1, n.4, p.486-505, 1981.
- SEGAL, B.; CASTRO, C.B. Slope preferences of reef corals (cnidaria, scleractinia) in the Abrolhos Archipelago, Brazil. **Boletim do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, n.418, p.1-10, 2000.
- SEGAL, B.S. **Corais e comunidades recifais e sua relação com a sedimentação no Banco dos Abrolhos, Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ. 2003. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Zoologia, Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SIMON-BLECHER, N.; CHEMEDANOV, A.; EDEN, N.; ACHITUV, Y. Pit structure and trophic relationship of the coral pit crab *Cryptochirus coralliodytes*. **Marine Biology**, v.134, p.711–717, 1999.
- SOUZA, F.B.C. Briozoários do Complexo Recifal de Abrolhos. In: X Congresso Brasileiro da ABEQUA- Associação Brasileira do Estudo do Quaternário, 2005, Guarapari. Livro de Resumos. p.01-06.

- SPANÓ, S. **Diagnóstico do estado de conservação dos recifes em franja do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos**. Bahia:UFBA, 2004. p.86. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências.
- STRÖMBERG, H. Coral reef degradation in the Indian Ocean. **Status Report 2000. CORDIO**, Stockholm. p.176-179, 2000.
- THOMAS, J.G. ***Pomatoceros, Sabella and Amphitrite***. University Press of Liverpool, 1940. n.33, p.88.
- TRIBOLLET A.; PAYRI C. Bioerosion of the coralline alga *Hydrolithon onkodes* by microborers in the coral reefs of Moorea, French Polynesia. **Oceanologica Acta**, v.24, p.329–342, 2001.
- TRIBOLLET, A.; DECHERF, G.; HUTCHINGS, P.A.; PEYROT-CLAUSADE, M. Large-scale spatial variability in bioerosion of experimental coral substrates on the Great Barrier Reef (Australia): importance of microborers. **Coral Reefs**, v.21, p.424–432, 2002.
- TRIBOLLET, A.; GOLUBIC S. Cross-shelf differences in the pattern and pace of bioerosion of experimental carbonate substrates exposed for 3 years on the northern Great Barrier Reef, Australia. **Coral Reefs**, v.24, p.422–434, 2005.
- TUDHOPE, A.W.; RISK, M.J. Rate of dissolution of carbonate sediments by microboring organisms, Davies Reef, Australia. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.55, p.440-447, 1985.
- WILKINSON, C.R. **The Status of the Coral Reefs of the World: 2002**. Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Science and the Global Coral Reef Monitoring Network, 2002. p.378.
- WILKINSON, C.R.; BUDDEMEIER, R.W. **Global climate change and coral reefs: Implications for people and reefs**. Report of the UNEP-IOC-ASPEI-IUCN Global task team on the implications of climate change on coral reefs, IUCN, Gland, Switzerland, 1994. p.124.
- WISSHAK, M.; NEUMANN, C. A symbiotic association of a boring polychaete and an echinoid from the Late Cretaceous of Germany. **Acta Palaeontologica Polonica**, v.51, n.3, p.589–597, 2006.

- WOOD, R. The ecological evolution of reefs. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.29, p.179–206, 1998.
- YOUNG, P.S. Análise qualitativa e quantitativa da fauna associada a corais hermatípicos (Coelenterata: Scleractinia) nos recifes de João Pessoa, PB. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.3, n.1, p.99-126, 1986.
- YOUNG, P.S. *Ceratoconcha paucicostata*, a new species of coral - inhabiting barnacle (Cirripedia, Pyrgomatidae) from the western Atlantic. **Crustaceana**, v. 56, p. 194-199, 1989.
- YOUNG, P.S.; CHRISTOFFERSEN, M.L. Recent coral barnacles of the genus *Ceratoconcha* (Cirripedia: Pyrgomatidae) from Northeast Brazil. **Bulletin of Marine Science**, v.35, p.239–252, 1984.
- ZUBIA, M.; PEYROT-CLAUSADE, M. Internal bioerosion of *Acropora formosa* in Reunion (Indian Ocean): microborer and macroborer activities. **Oceanologica Acta**, v.24, iss.3, p.251-262, 2001.
- ZUNDELEVICH, A; LAZAR, B.; ILAN, M. Chemical versus mechanical bioerosion of coral reefs by boring sponges – lessons from *Pione cf. vastifica*. **The Journal of Experimental Biology**, v.210, p. 91-96, 2007.