

Daniela Andrade de Oliveira

**“Distribuição Espacial e Temporal dos Anfípodes Gammarídeos
Associados a Diferentes Substratos Secundários do Costão Rochoso
de praias do Litoral Norte do Estado de São Paulo”**

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Estadual de
Campinas como parte dos requisitos
para a obtenção do título de Mestre em
Ecologia.

Orientadora: Dra. Fosca Pedini Pereira Leite

Campinas

2004

FICHA CATALOGRÁFICA

BANCA EXAMINADORA

**“Distribuição Espacial e Temporal dos Anfípodes Gammarídeos
Associados a Diferentes Substratos Secundários do Costão Rochoso
de praias do Litoral Norte do Estado de São Paulo”**

Daniela Andrade de Oliveira

Dra. Fosca Pedini Pereira Leite (orientadora)

Dra. Antônia Cecília Zacagnini Amaral - UNICAMP

Dra. Maria Tereza Valério Berardo – Mackenzie - SP

Dr. Luiz Francisco Lembo Duarte - UNICAMP

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Josafá e Dilma, cujo exemplo foi fonte de toda a minha inspiração e coragem para trilhar caminho tão ardoroso, mas gratificante. O meu amor e admiração por vocês confundem-se e tomam forma de um sentimento de extremo orgulho e gratidão a Deus por ter nascido num lar tão extraordinário;

Á meu amado Emir, com quem desejo prosseguir viagem, continuando a construir essa linda história que me faz sentir uma pessoa extremamente abençoada e completa.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Prof. Fosca Pedini Pereira Leite, meu imenso agradecimento por ter acreditado em mim e por ter me ajudado a vencer mais uma etapa de minha vida profissional;

Aos membros da equipe técnica do sub projeto “Costão Rochoso e Fauna Associada” inserido no grande projeto “Biodiversidade Bêntica Marinha no Estado de São Paulo” / BIOTA – FAPESP, Prof. Dr. Luiz Francisco Lembo Duarte do Depto. De Zoologia da Unicamp e aos Doutores Álvaro Esteves Migotto e Cláudio Gonçalves Tiago, do Cebimar/USP, que tiveram um papel extremamente importante na coleta dos dados e no tratamento das informações das amostras, bem como na formulação dos perfis dos costões estudados.

Á Profa. Dra. Diclá Pupo do Instituto de Botânica da USP pela identificação das algas;

Ás Profas. Dras. Maria Tereza Valério Berardo e Antônia Cecília Zacagnini Amaral, pelas valiosas contribuições e sugestões feitas ao trabalho;

A minha querida mestra, Prof. Carmen Regina Parisotto Guimarães, por todo o incentivo e ponta pé dado para o início dessa caminhada pela estrada da vida acadêmica;

A minhas queridas amigas, Milena, Lili, Lú e Dri que além de toda a ajuda com o trabalho de laboratório, tornaram minha vida muito mais fácil nesse momento de transição me fazendo sentir acolhida e em casa, amo vocês;

Aos meus colegas de laboratório, Camila, Véio, Rebeca, Silvana, Danilo, Daniel e Elissaine, pelo ambiente descontraído, os risos, as conversas sérias e os papos furados, vocês estão em meu coração;

Ao amigo Jivanildo que muitas vezes levantou o meu ânimo me fazendo acreditar em minha capacidade;

Ao lindo casal Alex e Márcia, não sei como agradecer a acolhida em sua casa e toda a ajuda com a parte de estatística da tese, espero um dia poder retribuir tudo o que fizeram por mim;

A todos os estagiários que ajudaram na triagem das amostras, muitos deles nem cheguei a conhecer, mas foram fundamentais para a realização desse trabalho, muito obrigada a todos;

A minhas queridas irmãs, Rosa e Mariana, pela torcida sempre positiva e por todas as palavras animadoras e de incentivo;

Aos meus pais, Dilma e Josafá, por todo o apoio durante essa jornada, a presença de vocês foi fundamental em todas os passos dados em busca dessa vitória;

A meu querido Emir, obrigada pela imensa compreensão nesse período de ausência, pelo amor e carinho que foram incondicionais durante todos os momentos. Sem seu apoio eu não conseguiria, te amo muito;

À FAPESP pelo financiamento do “Projeto Biota” ao qual essa dissertação está vinculada;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro a este trabalho.

ÍNDICE

RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xii
I - INTRODUÇÃO	1
II - MATERIAIS E MÉTODOS	8
II.1. Áreas de Estudo	8
II.2. Procedimentos de Campo	12
II.2.1. - Metodologia de coleta – Substrato Secundário e Fauna Associada ..	12
II.3. Procedimentos de Laboratório.....	13
II.4. Tratamento dos Dados	15
III - RESULTADOS.....	19
III.1. Perfis dos transectos	19
III.2. Gammarídeos associados aos substratos secundários.....	23
III.3. Distribuição vertical dos substratos secundários e da fauna de gammarídeos associada.....	28
III.4. Correlação entre os substratos e gammarídeos associados.	42
III.5. Similaridade entre as praias	51
IV - DISCUSSÃO.....	58
V – CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da área de estudo indicando a localização das praias onde foram realizadas as coletas.....	10
Figura 2 – Costão rochoso da praia de Martim de Sá	11
Figura 3 – Costão rochoso da Ponta do Cambiri.....	11
Figura 4 – Costão rochoso da praia de Picinguaba.....	11
Figura 5 – Quadrado amostral para contagem de porcentagem de cobertura	14
Figura 6 – Representação de um transecto raspado.....	14
Figura 7 – Perfis dos transectos do costão de Martim de Sá..	20
Figura 8 – Perfis dos transectos do costão de Cambiri..	21
Figura 9 – Perfis dos transectos do costão de Picinguaba.....	22
Figura 10 – Martim de Sá – Freqüência relativa do número total de indivíduos coletados durante os dois períodos de amostragem. (a) Outono. (b) Primavera. .	26
Figura 11 – Cambiri - Freqüência relativa do número total de indivíduos coletados durante os dois períodos de amostragem. (a) Outono. (b) Primavera.	26
Figura 12 – Picinguaba - Freqüência relativa do número total de indivíduos coletados durante os dois períodos de amostragem. (a) Outono. (b) Inverno	26
Figura 13 – Martim de Sá – Outono – Distribuição vertical das espécies de substrato secundário e dos gammarídeos associados. (a) Transecto 1. (b) Transecto 2. (c) Transecto 3.	36
Figura 14 – Martim de Sá – Primavera – Distribuição vertical das espécies de substrato secundário e dos gammarídeos associados. (a) Transecto 1. (b) Transecto 2. (c) Transecto 3.	37
Figura 15 – Cambiri – Outono – Distribuição vertical das espécies de substrato secundário e dos gammarídeos associados. (a) Transecto 1. (b) Transecto 2. (c) Transecto 3.	38
Figura 16 – Cambiri – Primavera – Distribuição vertical das espécies de substrato secundário e dos gammarídeos associados. (a) Transecto 1. (b) Transecto 2. (c) Transecto 3.	39

Figura 17 – Picinguaba – Outono – Distribuição vertical das espécies de substrato secundário e dos gammarídeos associados. (a) Transecto 1. (b) Transecto 2. (c) Transecto 3.	40
Figura 18 – Picinguaba – Primavera – Distribuição vertical das espécies de substrato secundário e dos gammarídeos associados. (a) Transecto 1. (b) Transecto 2. (c) Transecto 3.	41
Figura 19 – Martim de Sá - Eixos de ordenação produzidos pela CCA através dos dados de abundância de gammarídeos e porcentagem de cobertura dos substratos. (a) Outono. (b) Primavera.	45
Figura 20 – Cambiri - Eixos de ordenação produzidos pela CCA através dos dados de abundância de gammarídeos e porcentagem de cobertura dos substratos. (a) Outono. (b) Primavera.	49
Figura 21 – Picinguaba - Eixos de ordenação produzidos pela CCA através dos dados de abundância de gammarídeos e porcentagem de cobertura dos substratos. (a) Outono. (b) Primavera.	50
Figura 22 – Escalonamento multidimensional não-métrico (MDS) das comunidades de gammarídeos.	53
Figura 23 - Dendrograma de similaridade (Bray Curtis) das comunidades de gammarídeos (coletas nas praias: MS= Martim de Sá; CA=Cambiri; PC=Picinguaba; - 1= outono; 2= inverno ; -1= Transecto 1; -2= Transecto 2, -3= Transecto 3).	53
Figura 24 – Escalonamento multidimensional não-métrico (MDS) dos substratos secundários.	54
Figura 25 - Dendrograma de similaridade (Bray Curtis) dos substratos secundários (coletas nas praias: MS= Martim de Sá; CA=Cambiri; PC=Picinguaba; - 1= outono; 2= inverno ; -1= Transecto 1; -2= Transecto 2, -3= Transecto 3).	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Relação das famílias e espécies de gammarídeos associados aos substratos secundários das praias estudadas nos dois períodos de coleta (Out. = outubro; Pri. = primavera).....	25
Tabela 2 – Valores de riqueza (S), Diversidade de Shannon (H'), Equitatividade de Pielou (J') e Índice de Simpson (λ), da comunidade de gammarídeos das praias estudadas (MS = Martim de Sá; CA = Cambiri; PC = Picinguaba – 1= outono; 2 = primavera).	27
Tabela 3 – Substratos conspícuos dos costões rochosos das praias de Martim de Sá, Ponta do Cambiri e Picinguaba e respectivos nomes abreviados (C = Clorophyta; R= Rhodophyta; P= Phaeophyta; Cy= Cyanobacteria).....	34
Tabela 4 – Espécies de gammarídeos dos costões rochosos das praias de Martim de Sá, Ponta do Cambiri e Picinguaba e respectivos nomes abreviados.	35
Tabela 5 – Sumário dos resultados da CCA para as correlações entre abundância de gammarídeos e porcentagem de cobertura dos substratos secundários nos costões rochosos das praias de Martim de Sá, Ponta do Cambiri e Picinguaba...	44
Tabela 6 - Resultados da ANOSIM bifatorial e teste pareados para as similaridades entre praias e períodos com relação à fauna de gammarídeos presente.	55
Tabela 7 - Resultados da ANOSIM bifatorial e teste pareados para as similaridades entre praias e períodos com relação aos substratos secundários presentes.....	55
Tabela 8 – Contribuição das espécies de gammarídeos para as dissimilaridades entre as praias (MS= Martim de Sá; CA= Cambiri; PC= Picinguaba).....	56
Tabela 9 – Contribuição dos substratos secundários para as dissimilaridades entre as praias (MS= Martim de Sá; CA= Cambiri; PC= Picinguaba).....	57

RESUMO

Nas regiões entremarés de costões rochosos, o espaço livre para colonização é escasso e os animais sésseis (como mexilhões, colônias de poliquetos, esponjas e briozoários, entre outros) e algas já estabelecidos acabam tornando-se substrato adicional para estabelecimento, principalmente, de pequenos animais. A grande diversidade taxonômica, de tipos morfológicos e hábitos alimentares desses animais, bem como os distintos hábitos de vida, podem estar relacionados com a escolha por determinados substratos para colonização. Neste trabalho caracterizou-se a fauna de anfípodes gammarídeos associada aos diversos substratos secundários presentes em costões rochosos de três praias do litoral paulista relacionando suas ocorrências com o substrato ocupado visando a detecção de padrões na ocupação dos costões. Os principais substratos analisados nos três costões foram os bivalves, *Brachidontes solisianus*, *Isognomon bicolor* e *Perna perna* e a craca *Tetraclita stalactifera*, bem como 25 espécies de algas, que abrigaram 19 espécies de gammarídeos, pertencentes a 11 famílias. Entre os gammarídeos estudados os hialídeos foram os que mostraram um padrão de distribuição mais definido. Distribuíram-se ao longo de todo o gradiente de altura nos transectos dos costões estudados em diferentes composições e abundâncias não tendo sido encontradas mais de duas espécies abundantes num mesmo nível. Notou-se um padrão de ocorrência e distribuição em relação às zonas mais altas em direção às mais inferiores, isto é, *Hyale youngi* e *Parhyale hawaiiensis*, seguidas por *Hyale media* e logo abaixo *Hyale nigra* ocupando, na maioria das vezes, diferentes substratos. *Hyale youngi* e *Parhyale hawaiiensis* estiveram, na maioria das vezes, correlacionados aos substratos oferecidos por organismos sésseis como *B. solisianus*, *I. bicolor* e *Phragmatopoma* sp. Os padrões encontrados sugerem que *Hyale nigra*, apesar da ampla distribuição, ocupa preferencialmente as regiões mais inferiores dos costões, estando normalmente associada a algas.

ABSTRACT

In the intertidal regions of rocky shores free space for settling is scarce and the sessile animals (such as mussels, colonies of polychaets, sponges and bryozoan, among others) and algae already established become additional substratum for the establishment of small animals. The great taxonomic diversity, morphologic types and alimentary habits of these animals, as well as the distinct life habits, can be related to the choice for determined substrata for settling. The present dissertation characterizes the fauna of gammaridean amphipods associated with diverse secondary substrata of rocky shores of three beaches of São Paulo State as well as its occurrences related to the substratum occupied aiming at the detection of patterns in the occupation of these rocky shores. The main substrata analyzed in the three rocky shores were the bivalves *Brachidontes solisianus*, *Isognomon bicolor* and *Perna perna* and the barnacle *Tetrclita stalactifera*, as well as 25 algae species which sheltered 19 species of gammaridean pertaining to 11 families. Among the amphipods studied the hyalids were the ones that showed the most defined pattern of distribution. They were distributed all along the gradient of height in the transects in different compositions and abundances, but more than two abundant species were not found in a same level in the rocky shores studied. A pattern of occurrence and distribution in relation to the highest zones in direction to the lowest ones was noticed, i.e., *Hyale youngi* and *Parhyale hawaiiensis*, followed by *Hyale media* and right below *Hyale nigra*, most of times occupying different substrata. *Hyale youngi* and *Parhyale hawaiiensis* were correlated with the substratum offered by sessile organisms, such as *B. solisianus*, *I. bicolor* and *Phragmatopoma* sp. The patterns found suggest that *Hyale nigra*, despite the ample distribution, occupies preferentially the lowest regions of the rocky shores and is normally associated with algae.

I - INTRODUÇÃO

Os costões rochosos estão entre os ecossistemas mais estudados no ambiente marinho. A grande quantidade de organismos combinada ao gradiente que vai de condições terrestres a marinhas fazem deste um ambiente especialmente interessante para investigações ecológicas.

Embora a região entremarés de costões rochosos corresponda, na maioria das vezes, a uma faixa de poucos metros de extensão entre as marcas de marés alta e baixa, é, devido a sua acessibilidade certamente, o habitat marinho mais intensivamente estudado. Além de restrita em área, é também a região marinha que experimenta as maiores variações de diversos fatores ambientais, como temperatura, salinidade, umidade, intensidade luminosa e impacto de ondas (Underwood, 1981).

Nas regiões entremarés de costões rochosos a ocupação do espaço pelos organismos não ocorre aleatoriamente, ou seja, os organismos se estabelecem em faixas bastante distintas normalmente perpendiculares à superfície do mar (Lewis, 1964; Underwood, 1981; McQuaid & Branch, 1984).

Estas faixas são formadas a partir das habilidades adaptativas dos organismos relacionadas a fatores bióticos e abióticos demonstrados por diversos níveis de interações biológicas e processos de recrutamento de larvas e propágulos (Moore, 1975; Menge, 1976; Sousa, 1979). A esta distribuição dá-se o nome de zonação, ou seja, a distribuição em faixas ou zonas horizontais dos

organismos conspícuos e, conseqüentemente, os responsáveis pela fisionomia do costão, tais como algas, cracas, ostras e mexilhões (Boaden & Seed, 1985; Raffaelli & Howkins, 1996).

Os padrões de zonação da região entremarés de costões rochosos são estudados desde o século XIX. As primeiras explicações para os limites de distribuição dos organismos foram atribuídas aos níveis de maré. Stephenson & Stephenson (1949) definiram um padrão de zonação universal baseados principalmente na distribuição dos organismos. Lewis (1964), considerando os níveis de maré e a distribuição dos organismos, incluiu o efeito das ondas como mais um fator determinante para a distribuição dos organismos.

Como consequência dessa distribuição em faixas, as diversas espécies que compõem as comunidades da região entremarés de costões rochosos estão sujeitas a diferentes intensidades de flutuações diárias e sazonais de diversos fatores ambientais, o que estabelece padrões locais de composição e diversidade de espécies (Seapy & Litter, 1982; Horn *et al.*, 1983; Bustamante *et al.*, 1997; Menge *et al.*, 1999). Além disso, a topografia, o tipo de substrato, o clima e as condições hidrodinâmicas também influenciam a estrutura da fauna e algas dessa região (Battstrom, 1980; Guichard & Bourget, 1998; Tanaka & Duarte, 1998).

Nas regiões entremarés de costões rochosos, espaço livre para colonização aparece freqüentemente em pequena quantidade e os animais sésseis e algas já estabelecidos acabam tornando-se substrato adicional para estabelecimento de outros indivíduos (Tararam & Wakabara 1981; Jacobi, 1987a; Iwasaki, 1995). Dessa forma, o costão rochoso pode ser considerado um ambiente bastante heterogêneo por ser colonizado primariamente por diferentes espécies

potencialmente fornecedoras de microhabitats distintos (Lohse, 1993a), aqui chamados de substratos secundários.

Isso significa que os organismos têm uma disponibilidade grande de substratos para se estabelecer, embora a escolha do substrato seja influenciada por fatores bióticos e abióticos que não apenas o espaço disponível (Lohse, 1993b). Esse evento pode ser extremamente importante porque as características físicas de um determinado substrato podem afetar a dinâmica de população de espécies (McGuinness & Underwood, 1986; Raimond, 1988). A variação da complexidade do habitat pode modificar a diversidade e abundância dos organismos, como resultado do aumento de espaço disponível, da oferta e disponibilidade de alimento, modificação das condições microambientais (circulação local, acúmulo de sedimentos), aumento da proteção (refúgio) e diminuição da eficiência no forrageio de predadores (Bourget *et al.* 1994).

Dentre os diferentes aspectos da heterogeneidade espacial, o aumento da complexidade física do substrato é considerado como um dos principais fatores que determina a diversidade das comunidades (Pianka, 1994) por fornecer variados graus de habitats e uma grande área adicional de colonização.

A natureza do substrato também é um fator limitante para as comunidades da região entremarés (Keen & Neill, 1980), a qual pode influenciar significativamente a composição, diversidade, abundância e distribuição dos organismos bentônicos (Calder, 1991). Muitas larvas exibem comportamentos de assentamento em resposta a diversos fatores ambientais como textura da superfície, cor, forma do substrato, etc., que podem ser distintos nos diferentes

substratos secundários disponíveis em costões rochosos (Hicks, 1985; Jacobi & Langevin, 1996).

Interações biológicas também podem diferir entre substratos, tornando um mais viável para colonização que outro, como exemplo, Newell (1990) mostrou que espécies filtradoras podem desenvolver-se mais lentamente se estiverem associadas a mexilhões porque acabam competindo por alimento com seu hospedeiro. Da mesma forma, a ocupação pode ser dificultada para larvas ao colonizarem regiões ocupadas por mexilhões, já que esses organismos filtram larvas planctônicas (Young & Gotelli, 1988).

Neste biótopo representado por organismos sésseis o aumento de área disponível para colonização é resultante, principalmente, de mudanças na configuração geométrica do substrato vivo devido ao crescimento e estabelecimento de novos indivíduos (Jacobi, 1987a). Morfologicamente, substratos secundários como bivalves, cracas, esponjas e algas são bastante diferentes quanto à sua arquitetura e, por conseqüência, complexidade de habitat, oferecendo diferentes condições para a colonização.

Entre os substratos, as macroalgas correspondem a um habitat bastante favorável para o estabelecimento de diversos organismos, em função da sua presença em grandes extensões no ambiente marinho e sua complexidade estrutural. As algas talosas aumentam o número de microhabitats e oferecem uma variedade de condições ambientais para o assentamento larval (Walters & Wethey, 1996). Podem atuar como um substrato permanente para organismos sésseis e temporário para os vágeis e ainda fornecer refúgio contra predadores (Barreto, 1999).

Embora muitos animais não sejam consumidores diretos de macroalgas marinhas, a alta densidade e a grande diversidade de invertebrados registradas neste habitat se devem, em grande parte, à existência de algas epífitas unicelulares e algas macroscópicas que crescem sobre a superfície da planta-substrato (Kikuchi & Péres, 1977).

Os bancos de mexilhões, outro substrato secundário, são os constituintes mais conspícuos das comunidades rochosas entremarés (Paine, 1974). Eles abrigam um grande número de espécies de invertebrados, presumivelmente por causa da sua grande complexidade estrutural a qual resulta de sua extensiva área de superfície (Iwasaki, 1995).

Esses bancos muitas vezes aparecem na forma de extensas manchas que monopolizam o espaço disponível (Paine & Levin, 1981). Geralmente um ambiente dominado por uma única espécie parece possuir poucos microhabitats e suportar um reduzido número de espécies. Isso não é necessariamente verdade, se a espécie dominante for topograficamente complexa. Esse mostrou ser o caso do mitilídio *Perna perna* que no estudo feito por Jacobi (1987a) provou ser biologicamente um habitat heterogêneo capaz de suportar uma rica fauna de invertebrados.

Outros substratos secundários encontrados em costões rochosos são esponjas (Duarte & Nalesso, 1996), briozoários (Lindberg & Stanton, 1988; Morgado e Tanaka, 2001), colônias de poliquetos (Bell & Coen, 1982; Nelson & Demetriades, 1992; Nalesso *et al.*, 1995), cracas (Connell, 1961; Wu, 1980; Raimond, 1988; Chan & Willians, 2003), entre outros, os quais constituem microbiótopos essenciais a serem examinados em estudos que têm a

preocupação de um levantamento da biodiversidade de comunidades de substratos marinhos consolidados.

A fauna associada a esses substratos inclui vários táxons entre os quais se destacam moluscos (Albuquerque & Guéron, 1989), crustáceos (Wakabara *et al.*, 1983; Chavanich & Wilson, 2000), poliquetos (Dutra, 1988) e equinodermos entre outros (Lohse, 1993a; Iwasaki, 1995).

Entre os organismos que compõem essa fauna vágil os peracáridos, principalmente anfípodos gammarídeos, se destacam em abundância e riqueza de espécies (Edgar & Moore, 1986; Taylor *et al.*, 1995).

Anfípodos possuem atributos morfológicos e comportamentais que correspondem ao tipo de habitat em que ocorrem (Edgar & Moore, 1986; Hicks, 1985; Steele, 1988). Os anfípodos do fital geralmente não são limitados pelo alimento (Nicotri, 1980; Dean & Connel, 1987) ou local de nidificação, já que as fêmeas carregam seus ovos e embriões em bolsas torácicas denominadas marsúpio. Estes organismos são taxonomicamente e morfológicamente diversos e têm variados hábitos alimentares, podendo ser filtradores, detritívoros, pastadores de epífitas ou consumidores de macrófitas (Masunari, 1987).

Essa grande diversidade de tipos morfológicos e hábitos alimentares, bem como os distintos hábitos de vida, podem estar relacionados com a escolha por determinados substratos para colonização.

Estudos sobre diversos aspectos ecológicos de anfípodos costumam ser realizados com populações ou comunidades associadas a um substrato em particular. Podemos encontrar diversos estudos que descrevem a fauna associada a algas (Tararam & Wakabara, 1981; Wakabara *et al.*, 1983; Masunari, 1983;

Edgar, 1983a; Dutra, 1988; Alburquerque & Guéron, 1989; Leite *et al.* 2000; Valério-Berardo & Flynn, 2002, entre outros), outros que investigam a fauna associada a mexilhões e outros bivalves (Tsuchiya, M. & Nishhira, 1986; Jacobi, 1987a e b; Iwasaki, 1995; Seed, 1996; Svane & Setyobudiandi, 1996) e alguns poucos que dizem respeito a outros substratos secundários de costões rochosos (Duarte & Nalesso, 1996; Morgado e Tanaka, 2001).

Ainda assim, nenhum trabalho se propôs a investigar a distribuição espacial relacionada com a zonação de anfípodes em suas associações com os diversos substratos presentes em costões rochosos, embora alguns autores já tenham investigado essa distribuição utilizando apenas o substrato oferecido por algas (Tararam *et al.* 1986; Lancellotti & Trucco, 1993; Krapp-Schickel, 1993; Chavanich & Wilson, 2000; Jacobucci, 2000; Schreider *et al.*, 2003).

Estudar a variação da distribuição da macrofauna de anfípodes em relação aos substratos secundários disponíveis assim como seu conhecimento, constituem-se nos aspectos básicos para se verificar os possíveis impactos causados em regiões com influência antrópica. São também dados essenciais para o entendimento dos mecanismos reguladores da biodiversidade.

Neste trabalho objetivou-se caracterizar a fauna de anfípodes gammarídeos associada aos diversos substratos secundários presentes em costões rochosos de três praias do litoral paulista, investigar a distribuição espacial dos anfípodes relacionando suas ocorrências com o substrato para a detecção de padrões na ocupação dos costões, bem como, verificar a existência de diferenças de distribuição temporal em duas estações do ano (outono e primavera).

II - MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados para a realização do presente trabalho são provenientes do projeto temático “Biodiversidade Bêntica Marinha no Estado de São Paulo”, BIOTA/ FAPESP – Bentos Marinho.

II.1. Áreas de Estudo

As coletas foram realizadas em Caraguatatuba nos costões das praias de Martim de Sá (23°38’S e 45°24’W) e Ponta do Cambiri (23°37’S e 45°24’W) e em Ubatuba no costão da praia de Picinguaba (23°23’S e 44°50’W) (Figura 1).

Os três costões estudados estão sujeitos a hidrodinamismo moderado. Isso pode ser deduzido com base na posição geográfica, como sugerido por Széchy (1996), pois são costões rochosos localizados em fundos de enseadas e baías, estando protegidas do embate forte de ondas.

Os costões de Martim de Sá (Figura 2) e Ponta do Cambiri (Figura 3) localizam-se em praias contíguas, sendo que a primeira é uma das praias mais visitadas por turistas na região de Caraguatatuba sofrendo picos temporais de poluição por esgotos domésticos (CETESB, 2003). Já Cambiri é uma região de acesso mais difícil e não existem registros das condições de balneabilidade dessa praia.

A praia da vila de Picinguaba faz parte da reserva ecológica do Parque Estadual da Serra do Mar e localiza-se a nordeste de Ubatuba, SP (Figura 4) e também não recebe grande influência de impactos antrópicos.

De acordo com medições realizadas pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), Martim de Sá e Picinguaba foram classificadas como praias de boa balneabilidade no período em que foram realizadas as coletas. Portanto, podem ser consideradas similares quanto à influência antrópica. A praia de Cambiri não é citada nas medições. Os parâmetros de classificação das praias levam em conta principalmente a quantidade de coliformes fecais e outras bactérias patogênicas na água e a presença de resíduos ou despejos sólidos e/ou líquidos (esgotos sanitários) na praia (CETESB, 2003).

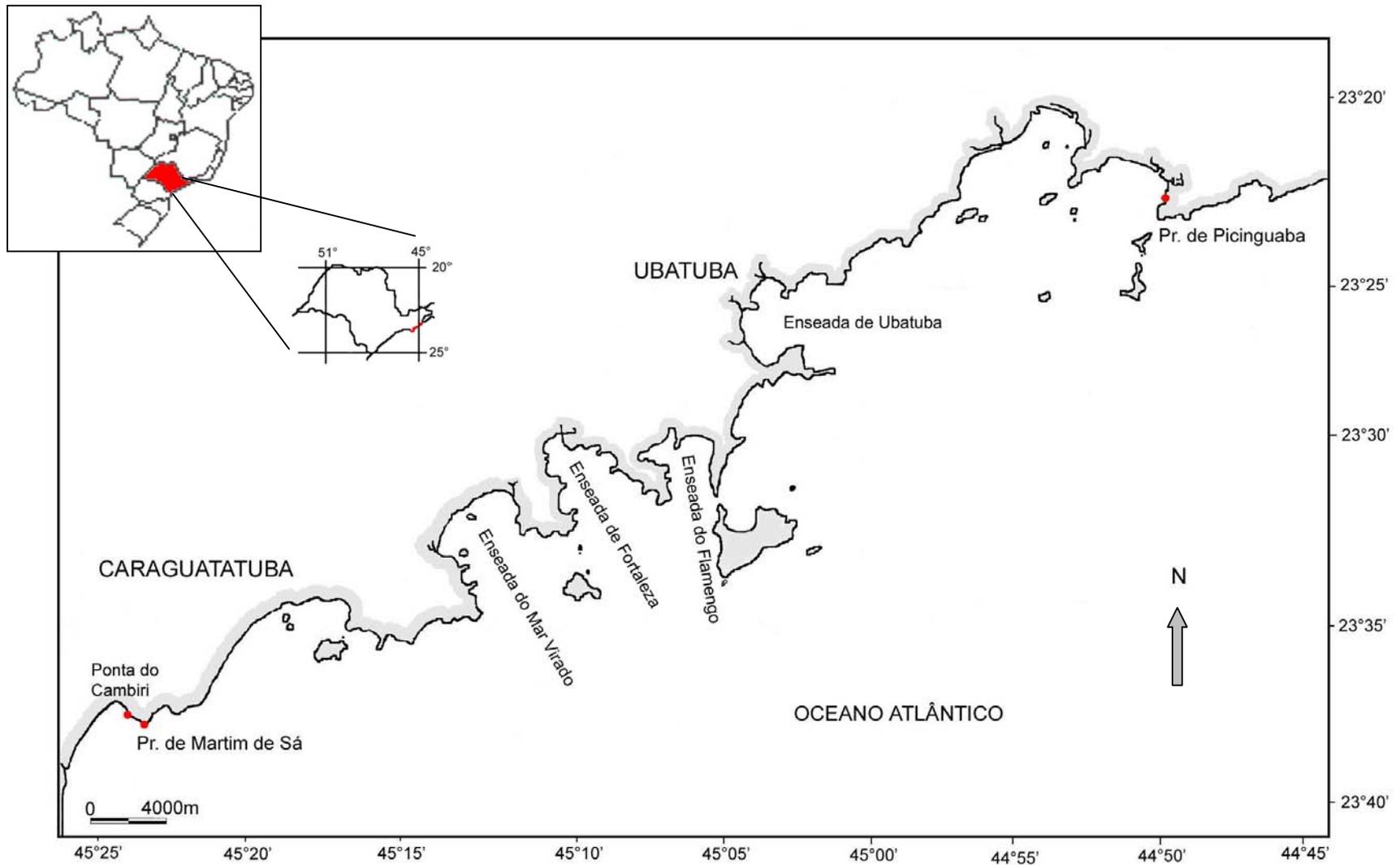


Figura 1 - Mapa da área de estudo indicando a localização das praias onde foram realizadas as coletas (●).



Figura 2 – Costão rochoso da praia de Martim de Sá



Figura 3 – Costão rochoso da Ponta do Cambiri



Figura 4 – Costão rochoso da praia de Picinguaba

II.2. Procedimentos de Campo

As coletas foram realizadas durante o ano de 2001, nas estações de outono e primavera, sendo as coletas em Picinguaba realizadas em maio e outubro e as de Cambiri e Martim de Sá em março e setembro.

II.2.1. - Metodologia de coleta – Substrato Secundário e Fauna Associada

Em cada praia foram escolhidos costões nos quais foram delimitados faixas horizontais de 50 m de extensão. Nestas faixas foram definidos, aleatoriamente, três transectos (T1, T2 e T3, respectivamente) verticais para amostragem da fauna sésil e vágil. A posição de cada transecto foi georeferenciada com um GPS portátil (Garmin, model GPS 48 Personal Navigator). O perfil desses transectos foi determinado utilizando mangueira de nível, e as alturas e distâncias foram determinadas com o auxílio de uma trena. O ângulo considerado para determinar a inclinação dos transectos foi aquele formado pela linha traçada entre a maior altura e a maior distância alcançada pelo costão.

As amostragens nos transectos seguiram sempre duas etapas: determinação da porcentagem de cobertura dos substratos ao longo do transecto e raspagem dos substratos biológicos conspícuos para a determinação de sua fauna acompanhante.

Para estimar a porcentagem de cobertura foram utilizadas parcelas de 400 cm² (quadrados de 20 x 20 cm) subdivididas por linhas verticais e horizontais de

náilon em 100 intersecções eqüidistantes (Figura 5). A porcentagem de cobertura de cada espécie, em cada parcela, foi determinada com base no número de coincidências de ocorrência da espécie com as intersecções, considerando-se 1% para cada coincidência (Menge, 1976). Essas parcelas foram rebatidas em toda a extensão dos transectos a partir da linha d'água até o supralitoral.

Em seguida, uma área de 200 cm² do substrato analisado em cada quadrado era raspada (Figura 6) com o auxílio de uma espátula e acondicionado em sacos plásticos devidamente etiquetados para posterior análise da fauna associada.

Na segunda coleta (primavera) as coletas foram realizadas nos mesmos transectos já determinados no outono, logo ao lado das raspagens anteriores, mantendo assim, o mesmo perfil para a realização de comparações.

II.3. Procedimentos de Laboratório

As amostras dos substratos secundários raspados foram transportadas até os laboratórios do Cebimar – USP, onde foram fixada com formol a 10%. Posteriormente, as amostras foram preservadas em álcool a 70%.

A identificação dos substratos, quando não era possível ser feita no campo, foi realizada por professores colaboradores do projeto “Biodiversidade Bêntica Marinha no Estado de São Paulo”, BIOTA/ FAPESP.

A triagem da fauna presente em cada amostra foi realizada ao microscópio estereoscópico sendo os Amphipoda Gammaridea identificados até o nível específico com auxílio de bibliografia especializada (Ruffo, 1982, 1989 e 1993;

Conlan, 1990; Barnard & Karamam, 1991; Serejo, 1998, entre outros). Os indivíduos de cada espécie foram contados e separados por costão, transecto, quadrado e época do ano visando o estudo de sua variação espacial e temporal.



Figura 5 – Quadrado amostral para avaliação da porcentagem de cobertura.

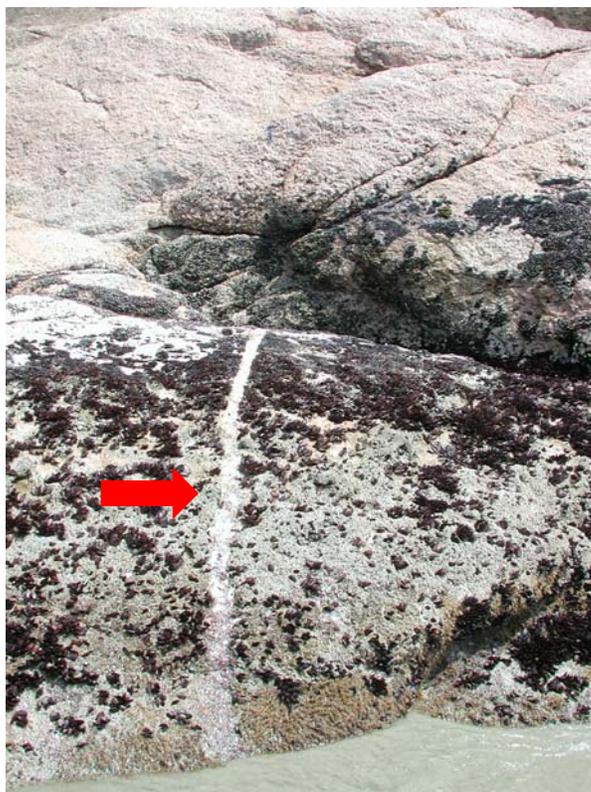


Figura 6 – Representação de um transecto raspado.

II.4. Tratamento dos Dados

A abundância dos indivíduos de cada espécie foi representada pelo seu número total em cada amostra (200 cm²).

Os índices utilizados na determinação de diversidade da comunidade foram Riqueza Específica (S = número de espécies); Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H'); Índice de Diversidade de Simpson (λ) e Índice de Equitatividade de Pielou (J'). Esses índices medem diferentes aspectos da diversidade específica. O Índice de Simpson é primeiramente uma medida de dominância, gerada principalmente pelas espécies mais abundantes, enquanto que o Índice de Shannon-Wiener é mais fortemente afetado por espécies medianas, ou seja, aquelas encontradas em quantidades intermediárias na comunidade. O Índice de Equitatividade de Pielou quantifica a relação entre a representação desigual da comunidade estudada e uma comunidade hipotética onde todas as espécies são igualmente representadas (Krebs, 1989).

Seguem as fórmulas:

- Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H'):

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Onde: S = número de espécies
P_i = efeito relativo da espécie i

- Índice de Diversidade Aparente de Simpson (λ):

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

Onde: n_i = nº de indivíduos de espécie i
 N = nº total de indivíduos

- Índice de Equitatividade de Pielou (J'):

$$J' = H' / H' \text{ máx}$$

Onde: H' = Índice de Diversidade de Shannon-Wiener
 $H' \text{ máx} = \log S$

A análise de distribuição espacial das espécies e substratos foi feita através do estudo de gráficos de zonação que mostram a distribuição vertical dos substratos secundários e anfípodes ao longo de cada transectos de coleta, gerados através do programa Zonação 2002 (Oliveira, 2002). Os gráficos de distribuição vertical foram obtidos com base nos dados de porcentagem de cobertura dos substratos secundários dos quadrados raspados, para verificar a existência de relações entre a distribuição vertical desses substratos e a distribuição vertical dos gammarídeos associados. Para gerar o mesmo tipo de gráfico com os dados de abundância dos gammarídeos foi necessário igualar a 100 todos os dados de abundância superiores a esse número, devido a restrições do programa. As descrições da distribuição dos substratos secundários nos costões rochosos das praias estudadas foram restritas às regiões onde os substratos foram raspados. Os nomes abreviados dos substratos secundários e gammarídeos para a leitura das figuras estão nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Para analisar relações entre a abundância das espécies e a porcentagem de cobertura dos substratos secundários foi feita uma Análise de Correspondência Canônica (CCA; Ter Braak, 1987) com o auxílio do Canoco 4.0 for Windows (Ter Braak & Smilauer, 1998). Este método de ordenação consiste basicamente em sintetizar, em um gráfico com eixos perpendiculares, a variação multidimensional de um conjunto de variáveis (Ter Braak, 1987). No presente caso, espécies e substratos secundários foram transformadas em coordenadas (*scores*) correspondentes à sua projeção em cada eixo de ordenação (*eigenvector*). O autovalor (*eigenvalue*) é o peso relativo de cada eixo na explicação da variância total dos dados.

Para a análise, os dados foram organizados em duas matrizes: a de espécies e a de variáveis ambientais (porcentagem de cobertura de cada espécie do substrato secundário). A matriz de espécies foi constituída pelos valores (número total de indivíduos) de cada espécie por quadrado. A matriz de dados ambientais utiliza a porcentagem de cobertura de cada espécie de substrato secundário por parcela (quadrado utilizado), por ser este o parâmetro ambiental testado. Foi realizado o teste de Monte Carlo (Hope, 1968), que consiste em permutar aleatoriamente as linhas da matriz de variáveis ambientais, com o intuito de testar a significância da correlação entre as duas matrizes.

A similaridade entre os transectos quanto a abundância de espécies e a porcentagem de cobertura dos substratos foram comparadas através do índice de Bray-Curtis (Cluster) e Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (MDS), uma técnica não paramétrica de ordenação, um método preferível aos de análise de correspondência em casos de matrizes de abundância de espécies (Clarke &

Warwick, 1994), Para isso, os dados de espécies e substratos sofreram transformação de raiz quadrada. Para a realização dessas análises foi utilizado o programa PRIMER 5 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research).

Os transectos apresentaram extensões diferentes e conseqüentemente número de quadrados amostrados distintos. Para resolver esse o problema os dados de abundância das espécies e porcentagem dos substratos foram transformados para que os dados tornassem-se comparáveis (Defeo & Rueda, 2002). A abundância das espécies foi transformada em número de indivíduos por metro linear (NIML) através da seguinte fórmula:

$$NIML = \frac{\sum \text{abund. dos quadrados}}{n^{\circ} \text{ de quadrados} \times 0,20}$$

Já para tornar os dados de porcentagem de cobertura dos substratos secundários em cada transecto proporcionais entre si, as porcentagens foram expressas por porcentagem de cobertura por metro linear (PML), através da seguinte fórmula:

$$PML = \frac{\sum \% \text{ dos quadrados}}{n^{\circ} \text{ de quadrados} \times 100}$$

Análises de similaridade (ANOSIM) foram realizadas para testar a significância dos grupos formados. Os dados de abundância de espécies e porcentagem de cobertura dos substratos em cada transecto de cada praia foram comparados usando o método de porcentagem de similaridade SIMPER do programa PRIMER (Clarke & Warwick, 1994), onde as espécies e substratos que melhor contribuíram para as diferenças entre transectos e praias foram identificadas.

III - RESULTADOS

III.1. Perfis dos transectos

O costão da praia de Martim de Sá atinge alturas e extensões menores entre os estudados. Os perfis dos transectos raspados revelam que o costão atinge alturas de aproximadamente 200 a 400 cm e extensões entre 600 e 1100 cm. Os ângulos de inclinação foram respectivamente T1= 19°, T2= 23°, T3 e 21°, sendo que o costão mostra inclinações mais suaves onde atinge maiores extensões (Figura 7).

Em Cambiri o costão apresenta superfície lisa e homogênea sem muitas reentrâncias nas rochas. A inclinação do costão possui os respectivos ângulos, T1= 26°, T2= 16° e T3= 25°, com alturas variando de 400 a 500 cm aproximadamente. Da mesma forma que em Martim de Sá, a inclinação é mais suave onde a rocha atinge extensões maiores. A extensão apresenta variação ao longo do costão com distâncias entre 700 e 1700 cm (Figura 8).

Dentre as praias estudadas, Picinguaba é a que tem um costão menos inclinado (T1= 11°, T2= 13°; T3=13°) e mais extenso chegando a quase 2000 cm em alguns pontos com alturas de aproximadamente 400cm (Figura 9). Os perfis mostram grandes variações na configuração do costão proporcionada por uma grande quantidade de fendas e cavidades na rocha.

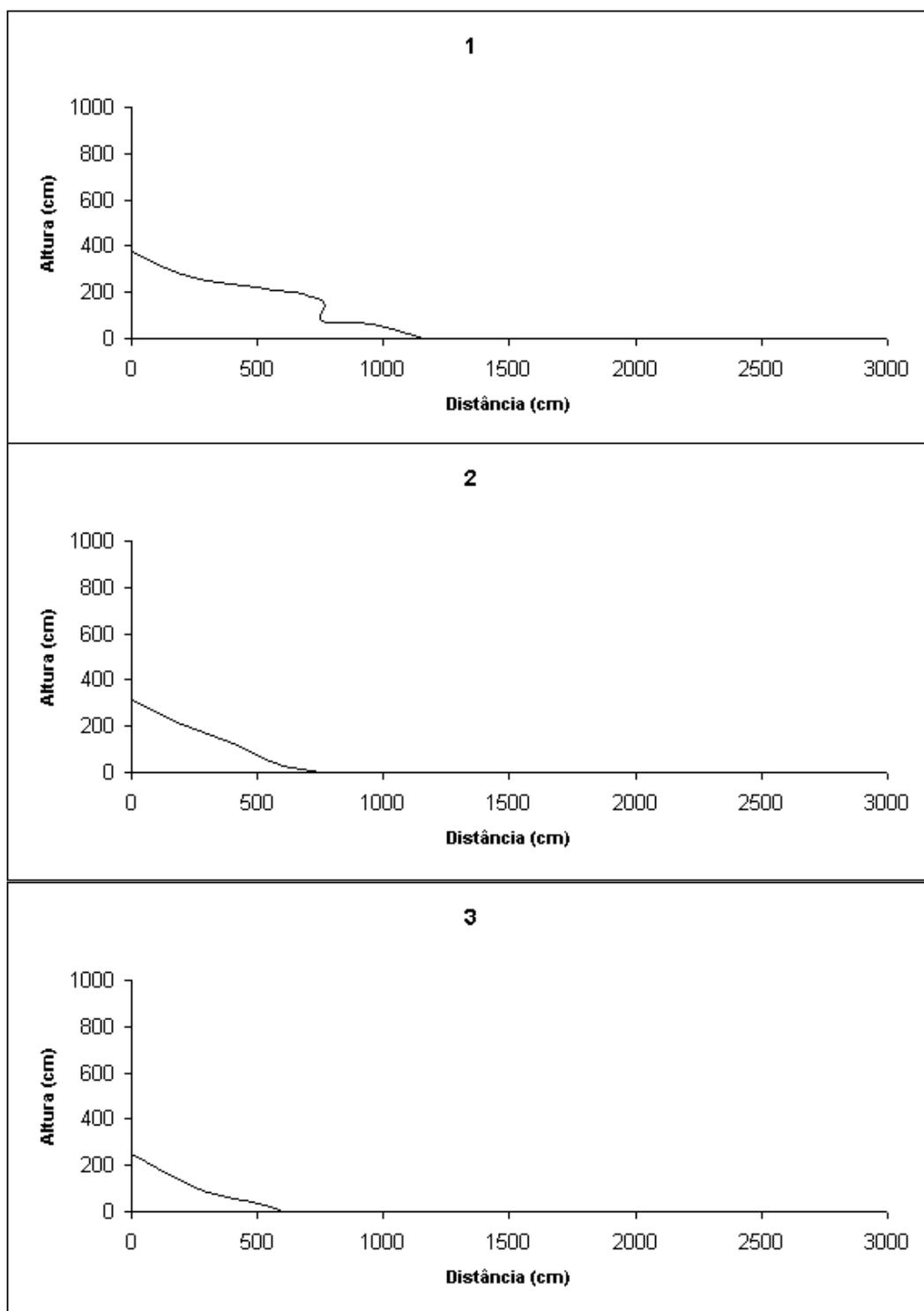


Figura 7 – Perfis dos transectos do costão de Martim de Sá: **1** ($23^{\circ}37,576' S$; $45^{\circ}22,492' W$), **2** ($23^{\circ}37,592' S$; $45^{\circ}22,483' W$) e **3** ($23^{\circ}37,558' S$; $45^{\circ}22,519' W$).

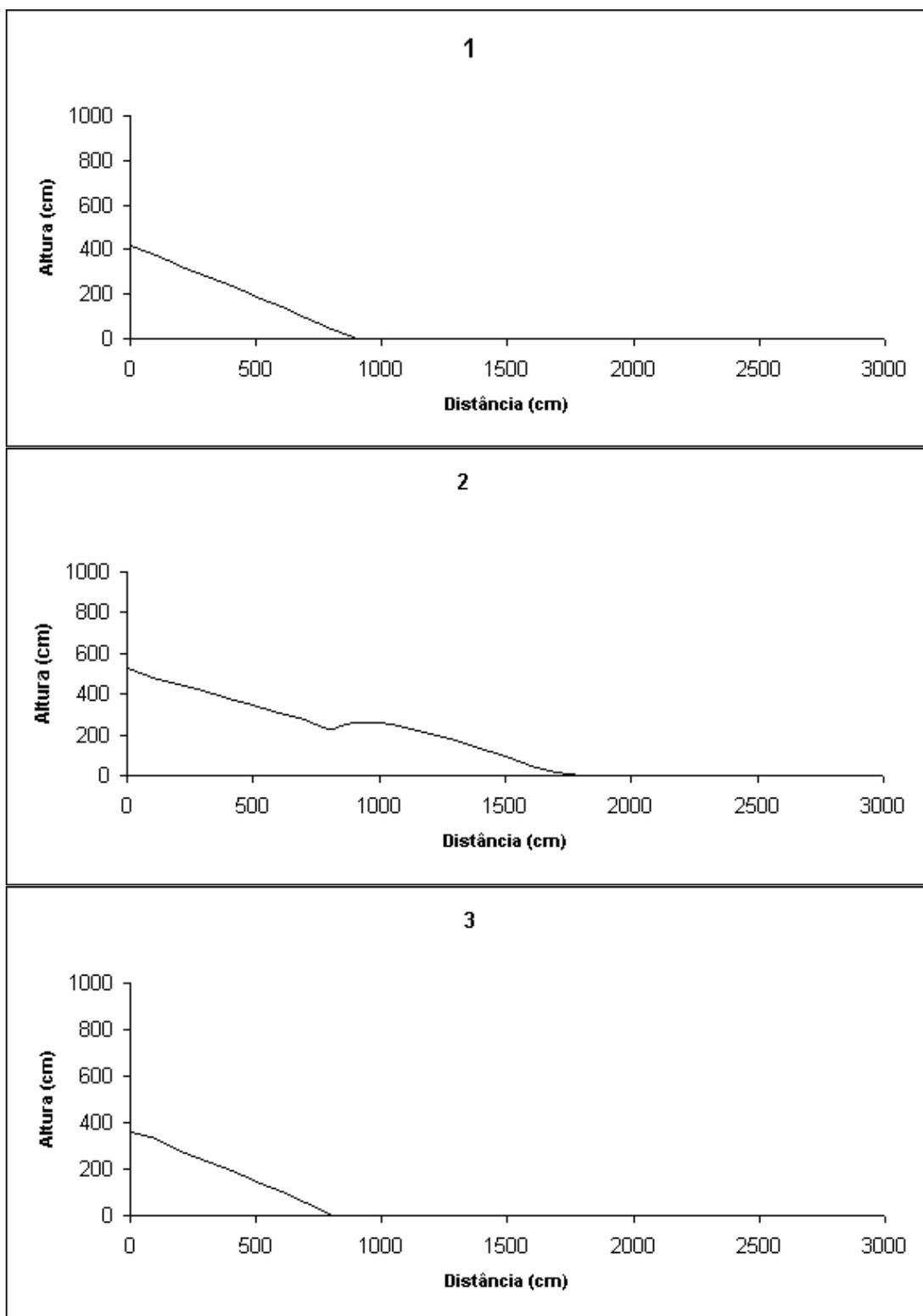


Figura 8 – Perfis dos transectos do costão de Cambiri: **1** ($23^{\circ}37,73'S$; $45^{\circ}50,342'W$), **2** ($23^{\circ}37,73'S$; $45^{\circ}23,83'W$) e **3** ($23^{\circ}37,75'S$; $45^{\circ}23,81'W$).

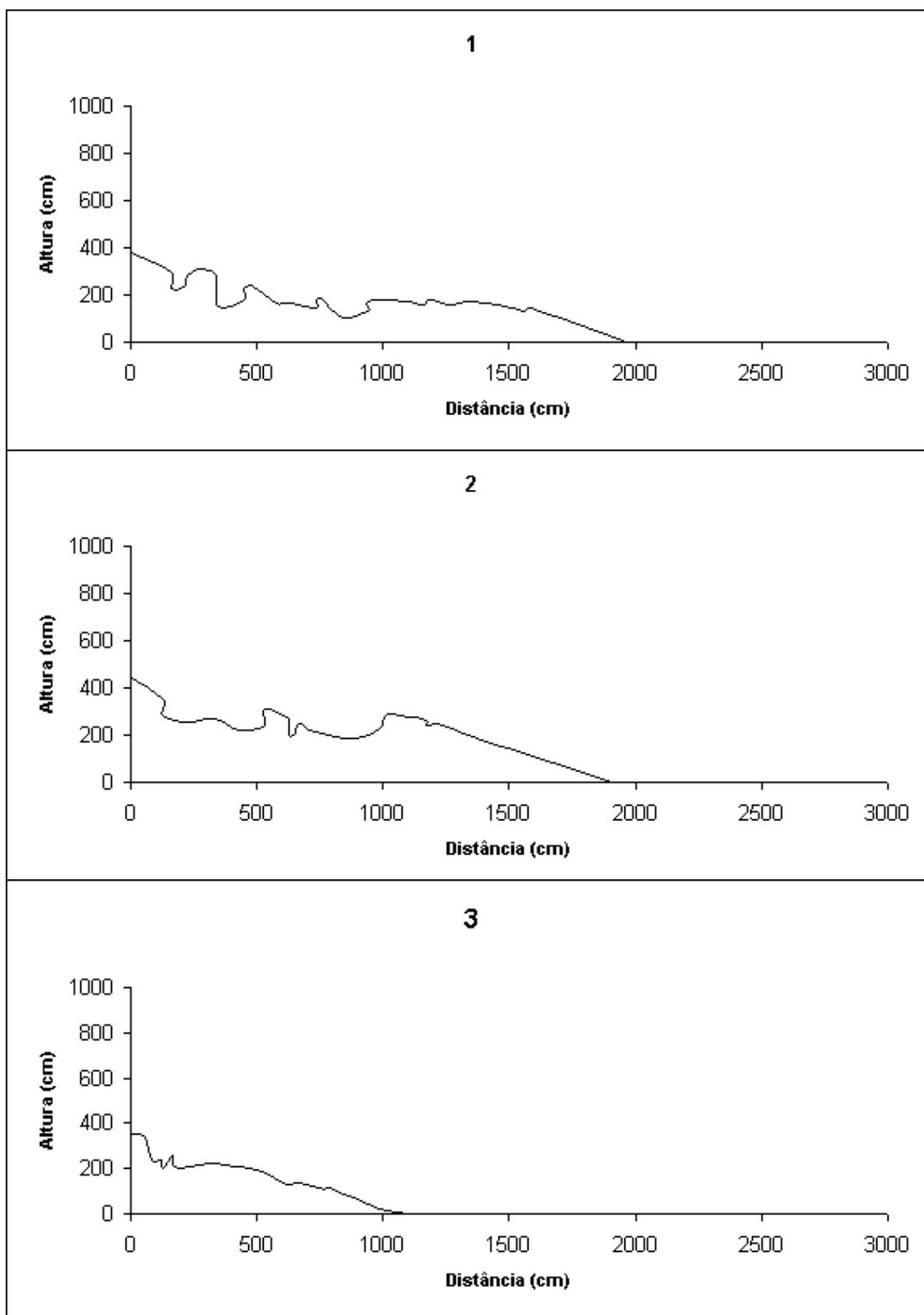


Figura 9 – Perfis dos transectos do costão de Pinguaba: **1** ($23^{\circ}22,440' S$; $44^{\circ}50,342' W$), **2** ($23^{\circ}22,438' S$; $44^{\circ}50,339' W$) e **3** ($23^{\circ}22,427' S$; $44^{\circ}50,327' W$).

III.2. Gammarídeos associados aos substratos secundários

Considerando-se todos os transectos das praias estudadas, foram raspadas 96 amostras de 200 cm² no outono de 2001. Destas amostras, 29 foram da praia de Martim de Sá, 31 da Ponta do Cambiri e 36 da praia de Picinguaba. Na primavera de 2001 foram raspadas 123 amostras, sendo 30 da praia de Martim de Sá, 40 da Ponta do Cambiri, e 53 da praia de Picinguaba. Portanto, foram analisados os anfípodes gammarídeos de 219 amostras.

Na praia de Martim de Sá foram identificadas 13 espécies pertencentes a 9 famílias (Tabela 1). No outono, foram identificadas apenas cinco espécies e a mais abundante foi *Parhyale hawaiiensis*, que contribuiu com 87% de todos os indivíduos identificados (Figura 10a). Na primavera, Martim de Sá, mostrou um aumento na riqueza de gammarídeos, estando representada por 13 espécies. Nessa estação do ano a espécie mais abundante foi *Hyale media* (22%), seguida por *Gammaropsis togoensis* (18%), *Parhyale hawaiiensis* (15%) e *Hyale nigra* (10%). As demais espécies ocorreram com menos de 10% do total de indivíduos (Figura 10b).

Na praia da Ponta do Cambiri foram identificadas 13 espécies distribuídas em 8 famílias (Tabela 1). No outono, ocorreram apenas quatro espécies, sendo *Parhyale hawaiiensis* a espécie mais abundante representando 73% de todos os indivíduos amostrados. *Elasmopus pecteniscrus* foi a segunda espécie mais abundante com 24% do total de indivíduos identificados e as demais espécies (*Hyale media* e *Stenothoe* sp.) juntas representaram apenas 3% do total de indivíduos (Figura 11a). Na primavera, de forma semelhante a Martim de Sá,

observou-se um aumento na riqueza para 13 espécies. Nesse período, a espécie mais abundante foi *Hyale media* (48%), seguida por *Hyale nigra* (20%) e *Stenothoe* sp. (17%), sendo que as demais espécies representaram cada uma menos de 10% do total de indivíduos (Figura 11b).

Em Picinguaba foram identificadas 19 espécies pertencentes a 11 famílias (Tabela 1). No outono, esta praia apresentou maior riqueza que as demais no mesmo período, estando representada por 18 espécies. *Stenothoe* sp. foi a espécie mais abundante com 38% do total de indivíduos seguida por *Hyale nigra* com 28% e com as demais espécies representando cada uma menos de 10% dos indivíduos (Figura 12a). Na primavera, a riqueza aumentou em apenas uma espécie e a mais abundante passou a ser *Hyale nigra* (47%), seguida por *Hyale media* (21%), *Stenothoe* (14%) sendo as demais espécies representadas por menos de 10% do total de indivíduos (Figura 12b).

No costão de Picinguaba foi encontrada a maior diversidade de gammarídeos no outono, seguida por Cambiri e Martim de Sá. Já na primavera a praia com maior diversidade foi Martim de Sá, seguida por Picinguaba e Cambiri. As praias de Martim de Sá e Cambiri, no outono, apresentaram as menores equitatividades, mostrando baixo grau de homogeneidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies e conseqüentemente alta dominância, fato que está relacionado às altas abundâncias de *Parhyale hawaiiensis* em relação às demais espécies (Tabela 2).

Tabela 1 – Relação das famílias e espécies de gammarídeos associados aos substratos secundários das praias estudadas nos dois períodos de coleta (Out. = outubro; Pri. = primavera).

Família	Espécie	Martim de Sá		Cambiri		Picinguaba	
		Out.	Pri.	Out.	Pri.	Out.	Pri.
Amphilochoidea	<i>Amphilocheus neapolitanus</i> Della Valle, 1893		X		X	X	X
Ampithoidea	<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin, 1825					X	X
	<i>Cymadusa filosa</i> Savigny, 1816		X			X	X
	<i>Sunampithoe pelagica</i> (Milne Edwards, 1830)				X	X	X
Bateoidea	<i>Batea catharinensis</i> Müller, 1865		X				X
Corophioidea	<i>Corophium</i> sp.				X	X	X
	<i>Gammaropsis togoensis</i> (Schellenberg, 1925)	X	X		X	X	X
	<i>Photis longicaudata</i> (Bate & Westwood, 1863)					X	X
Hyaloidea	<i>Hyalo macrodactyla</i> Stebbing, 1899		X		X	X	X
	<i>Hyalo media</i> (Dana, 1853)	X	X	X	X	X	X
	<i>Hyalo nigra</i> (Haswell, 1879)		X		X	X	X
	<i>Hyalo youngi</i> Serejo, 2001	X	X		X	X	X
	<i>Parhyale hawaiiensis</i> (Dana, 1853)	X	X	X	X	X	X
Ischyroceridae	<i>Jassa slatteryi</i> Conlan, 1990				X	X	X
Leucothoidea	<i>Leucothoe spinicarpa</i> (Abildgaard, 1789)		X			X	X
Lysianassoidea	<i>Shoemakerella nasuta</i> (Dana, 1853)					X	X
Melitoidea	<i>Elasmopus pecteniscrus</i> (Bate, 1862)	X	X	X	X	X	X
Podoceroidea	<i>Podocerus brasiliensis</i> (Dana, 1853)		X		X	X	X
Stenothoidea	<i>Stenothoe</i> sp.		X	X	X	X	X

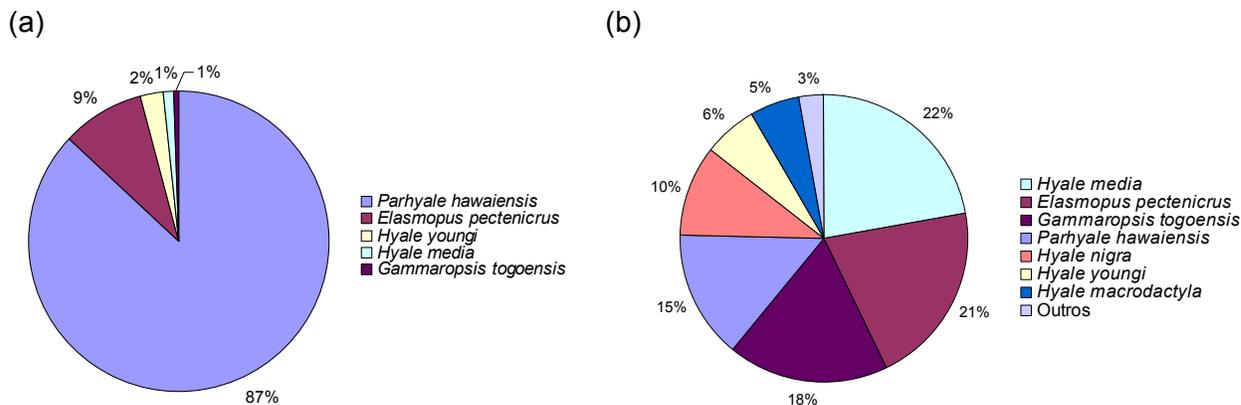


Figura 10 – Martim de Sá – Frequência relativa do número total de indivíduos coletados durante os dois períodos de amostragem. (a) Outono. (b) Primavera.

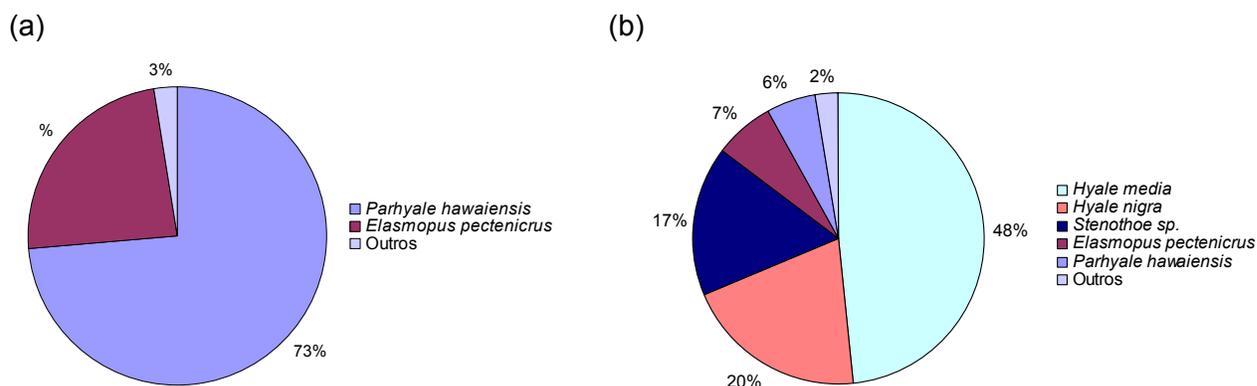


Figura 11 – Cambiri - Frequência relativa do número total de indivíduos coletados durante os dois períodos de amostragem. (a) Outono. (b) Primavera.

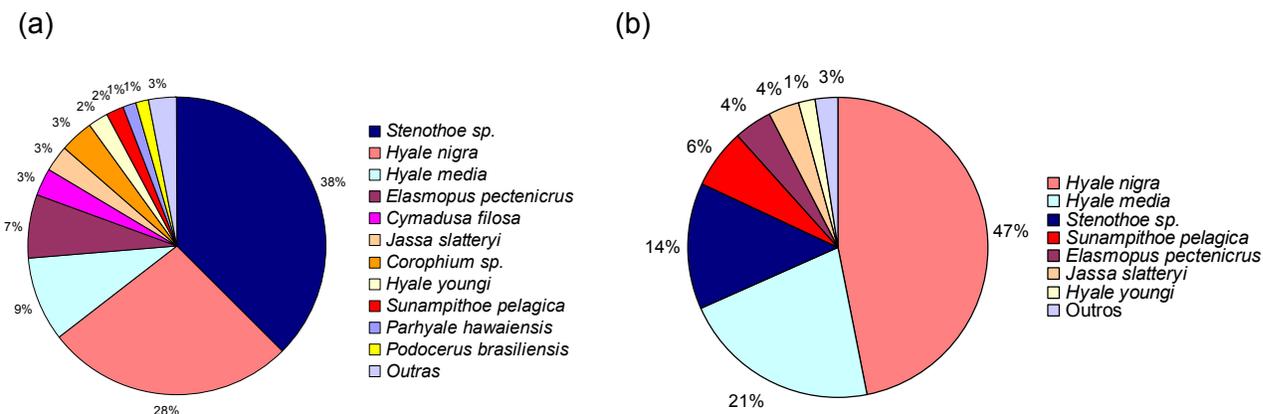


Figura 12 – Picinguaba - Frequência relativa do número total de indivíduos coletados durante os dois períodos de amostragem. (a) Outono. (b) Inverno

Tabela 2 – Valores de riqueza (S), Diversidade de Shannon (H'), Equitatividade de Pielou (J') e Índice de Simpsom (λ), da comunidade de gammarídeos das praias estudadas (MS = Martim de Sá; CA = Cambiri; PC = Picinguaba – 1= outono; 2 = primavera).

praia	S	H'(log2)	J'	λ
MS1	5	0,733	0,313	0,764
MS2	13	2,807	0,758	0,162
CA1	4	0,972	0,486	0,597
CA2	13	2,087	0,563	0,310
PC1	18	2,731	0,655	0,230
PC2	19	2,288	0,538	0,292

III.3. Distribuição vertical dos substratos secundários e da fauna de gammarídeos associada.

Na região de Caraguatatuba, a praia de Martim de Sá, no outono, a faixa amostrada esteve caracterizada pelo predomínio de *Isognomon bicolor* e ainda com a presença de *Chthamalus bisinuatus*, *Brachidontes solisianus*, *Phragmatopoma* sp. e *Perna perna* com uma menor porcentagem de cobertura (Figura 13a-c). Nesse período pode-se observar a ocorrência de poucas espécies de algas (*Cladophora vagabunda*, *Amphiroa beauvoisii*, *Gelidium pusillum*, *Hypnea musciformis*, *Feldmannia irregularis*, *Goniolitum solubile*), com *C. vagabunda* sendo a dominante em termos de cobertura.

O gammarídeo predominante foi *Parhyale hawaiiensis* com as maiores abundâncias registradas na zona de *Isognomon bicolor*. Esse gammarídeo se distribuiu por toda a faixa amostrada, porém sendo pouco abundante nas regiões com presença de algas e baixa porcentagem de cobertura de *I. bicolor*. Os demais gammarídeos (*Hyale youngi*, *Hyale media*, *Gammaropsis togoensis* e *Elasmopus pecteniscrus*) mostraram uma distribuição não contínua, sendo mais abundantes em amostras onde havia poucos ou nenhum indivíduo de *P. hawaiiensis* (Figura 13a-c). Com exceção de *H. youngi*, que esteve associada a *Phragmatopoma* sp., as demais espécies foram mais abundantes nas regiões de ocorrência de algas, estando *H. media* presente na faixa de *F. irregularis*, *G. togoensis* na de *C. vagabunda* e *E. pecteniscrus* na de *A. beauvoisii*.

Na primavera, o substrato secundário do costão esteve caracterizado por faixas alternadas de predominância dos bivalves *Isognomon bicolor*, *Perna perna*

e de colônias do poliqueto *Phragmatopoma* sp.. Na região superior houve o predomínio da craca *Tetraclita stalactifera* e do bivalve *Brachidontes solisianus*. A diferença marcante, com relação ao outono, foi o aparecimento de um número maior de espécies de macroalgas (*Ulva lactuca*, *Chaetomorpha antennina*, *Caulerpa sertularioides*, *Bryopsis pennata*, *Sargassum cymosum*, *Galaxaura stupocaulon* e *Hypnea musciformis*) que estiveram presentes, de forma geral, nas regiões inferiores dos transectos.

Acompanhando o maior número de substratos presentes, ocorreram mais espécies de gammarídeos na primavera que no outono (Figura 14a-c). Os hialídeos continuaram sendo os gammarídeos mais abundantes e também foram representados por um número maior de espécies (*Hyale nigra*, *H. media*, *H. macrodactyla*, *H. youngi* e *Parhyale hawaiiensis*). *Hyale media* e *H. macrodactyla* se distribuíram ao longo de todo o gradiente vertical, não sendo muito abundante nos níveis superiores e estando *H. media* presente nas faixas de *Phragmatopoma* sp. e *Isognomon bicolor*, e *H. macrodactyla* nas faixas de ocorrência de algas. *Hyale youngi* e *Parhyale hawaiiensis* estiveram restrita às regiões superiores, onde a maioria das algas esteve ausente, coincidindo com as regiões de maior cobertura de *Tetraclita stalactifera*, *Brachidontes solisianus* e *Isognomon bicolor*. Já *Hyale nigra* esteve restrita às regiões inferiores sendo mais abundante em quadrados onde ocorreram *Hypnea musciformis* e *Galaxaura stupocaulon*.

A distribuição de *Elasmopus pecteniscrus* e *Gammaropsis togoensis* acompanhou a de *Phragmatopoma* sp. e *Isognomon bicolor*, sendo que *G. togoensis* apresentou um aumento de abundância expressivo onde *Phragmatopoma* sp. foi o substrato predominante, isto é, ocupando quase que

100% do quadrado amostrado. As demais espécies estiveram restritas às regiões inferiores dos transectos amostrados onde houve predominância de algas (Figura 14a-c).

Na Ponta do Cambiri, no outono, os transectos amostrados apresentaram uma zonação semelhante a Martim de Sá neste mesmo período, porém *Isognomon* esteve praticamente ausente. A região superior foi caracterizada pelo predomínio de *Brachidontes solisianus* e *Chthamalus bisinuatus* os quais eram substituídos, em seqüência, por *Perna perna* e *Phragmatopoma* sp.. Mais abaixo foi observada a predominância da alga *Cladophora vagabunda*. Também foi identificada a presença da alga *Enteromorpha flexuosa*, a qual não apresentou distribuição bem definida, aparecendo de forma fragmentada alternando-se com *C. vagabunda* (Figura 15a-c).

Nessa estação do ano, Cambiri apresentou baixa riqueza, estando representada por apenas quatro espécies. O gammarídeo predominante foi *P. hawaiiensis* que foi mais abundante nas faixas de *Brachidontes solisianus* e *Phragmatopoma* sp. As demais espécies (*Hyale media*, *Elasmopus pecteniscrus* e *Stenothoe* sp.), estiveram presente nas regiões mais inferiores, coincidindo com o início da ocorrência de *Perna perna*. Contudo, *E. pecteniscrus* apresentou maiores abundâncias nas regiões de predomínio de *C. vagabunda*, enquanto que *Stenothoe* sp. apareceu apenas onde houve ocorrência de *Bryocladia cuspidata* (Figura 15a-c).

Na primavera, a diferença marcante observada nas comunidades da Ponta do Cambiri foi a presença de uma riqueza maior de macroalgas, em particular *Ulva lactuca*, junto à zona de *Perna perna*, tanto sobre os bivalves como sobre o

substrato primário disponível dessa faixa. A distribuição dos demais substratos secundários foi semelhante ao observado no outono, com *Chthamalus bisinuatus* e *Brachidontes solisianus* na região superior, sendo substituídos, em seqüência, por *Perna perna* e *Phragmatopoma* sp..

A riqueza de gammarídeos aumentou com relação ao outono representada por treze espécies. Os gammarídeos mais abundantes foram *H. media* e *H. nigra* que iniciaram suas distribuições logo após o fim das faixas de distribuição das cracas e dos mitilídios e início de ocorrência de algas (*Bryocladia cuspidata*, *Ulva lactuca*, *Cladophora vagabunda*). As duas espécies não atingiram abundâncias elevadas quando ocorriam juntas num mesmo quadrado. Como observado nas outras praias, *H. youngi* e *P. hawaiiensis* estiveram restritas aos níveis superiores. As demais espécies (*Jassa slatteryi*, *Stenothoe* sp., *Elasmopus pecteniscrus*, *Amphilochus neapolitanus*, *Podocerus brasiliensis*, *Sunampithoe pelagica*, *Gammaropsis togoensis*, *Corophium* sp.) estiveram presentes apenas na região inferior do gradiente vertical analisado, coincidindo com a distribuição do bivalve *Perna perna* e das algas *Bryocladia cuspidata* e *Padina gymnospora* (Figura 16a-c).

Em Ubatuba, praia de Picinguaba, a região superior da faixa amostrada diferiu das demais praias pela dominância de *Tetraclita stalactifera* alternava-se com o bivalve *Brachidontes solisianus* e a alga verde *Chaetomorpha antennina*. A presença da esponja *Hymeniacidon heliophila* foi registrada junto a *Sargassum cymosum*, que foi o substrato predominante no nível inferior que pode ser considerada a franja do infralitoral (Figura 17a-c).

Foi observada uma maior diversidade de gammarídeos que aquela encontrada nas demais praias (Tabela 2). Foram identificadas cinco espécies de hialídeos (*Hyale nigra*, *H. media*, *H. macrodactyla*, *H. youngi* e *Parhyale hawaiiensis*), as quais apresentaram uma distribuição relativamente bem definida. De forma geral, parecem se distribuir ao longo de todo o gradiente vertical dos transectos, sendo que suas abundâncias parecem se alternar não ocorrendo mais que duas espécies abundantes num mesmo nível (quadrado) amostrado. Um padrão aparente é a tendência de *Hyale youngi* e *Parhyale hawaiiensis* se restringirem às regiões mais altas com ocorrência da craca *T. stalactifera* e do bivalve *B. solisianus*. Já *Hyale media* tende a ocorrer em regiões intermediárias, enquanto que, *H. nigra* é mais abundante em regiões mais inferiores onde se inicia a ocorrência de *Sargassum cymosum*. A espécie mais abundante foi *Stenothoe* sp. (641 indivíduos) e esteve restrita à região inferior das faixas amostradas, também coincidindo com a região onde *S. cymosum* apresentou altas porcentagens de cobertura. As demais espécies (*Hyale macrodactyla*, *Ampithoe ramondi*, *Cymadusa filosa*, *Sunampithoe pelagica*, *Leucothoe spinicarpa*, *Jassa slatteryi*, *Photis longicaudata*, *Gammaropsis togoensis*, *Corophium* sp., *Elasmopus pecteniscrus*, *Amphilocus neapolitanus*, *Podocerus brasiliensis*, *Shoemakerella nasuta*) mostraram uma distribuição fragmentada ocorrendo quase que exclusivamente nas regiões intermediárias e inferiores dos transectos, estando aparentemente relacionadas à ocorrência de algas (*Laurencia arbuscula*, *Oscillatoria simplicissima*, *Galaxaura stupocaulon*, *Jania adherens*, *Sargassum cymosum*) (Figura 17a-c).

Na primavera, a distribuição dos substratos secundários manteve-se semelhante ao observado no outono, exceto pela presença de *Ulva lactuca* e *Centroceras clavulatum* nos níveis intermediários, abaixo das faixas de *Tetraclita* e *Brachidontes*. Além dessas diferenças mais marcantes, nesse período, foi observada uma maior diversidade de substratos secundários com o aparecimento de diversas macroalgas (*Amphiroa beauvoisii*, *Colpomenia sinuosa*, *Bostrychia tenella*, entre outras) com distribuição espaçada (Figura 18a-c).

A riqueza manteve-se semelhante àquela observada no outono, com o acréscimo de apenas uma espécie (*Batea catharinensis*). Na primavera puderam ser observados dois grupos de gammarídeos distintos com relação a sua distribuição. O primeiro grupo, formado pelos hialídeos, mostra distribuição ao longo de todo o gradiente, com cada espécie ocupando alturas de que parecem estar relacionadas a substratos diferentes. *Parhyale hawaiiensis* ocupa regiões no gradiente onde *Tetraclita stalactifera* e *Brachidontes solisianus* ocorre, já *H. youngi* parece se restringir a áreas de ocorrência apenas desse segundo substrato. *H. media* esteve presente nos níveis onde um grande número de algas (*Centroceras clavulatum*, *Feldmannia irregularis*, *Chondracanthus teedei*, *Colpomenia sinuosa*, *Laurencia arbuscula*, entre outras) coexistiam. O outro grupo reúne as demais espécies (*Ampithoe ramondi*, *Cymadusa filosa*, *Sunampithoe pelagica*, *Leucothoe spinicarpa*, *Jassa slatteryi*, *Photis longicaudata*, *Gammaropsis togoensis*, *Corophium sp.*, *Stenothoe sp.*, *Elasmopus pecteniscrus*, *Amphilocheus neapolitanus*, *Batea catharinensis*, *Podocerus brasiliensis*, *Shoemakerella nasuta*), as quais foram quase que exclusivamente restritas às zonas inferiores e começam sua

distribuição na mesma faixa de *Sargassum cymosum*, sendo que *Stenothoe* sp., *E. pecteniscrus* e *A. neapolitanus* também apareceram, em pequena quantidade, na região superior, nas regiões onde houve a ocorrência das algas *Bostrychia tenella* e *Chaetomorpha antennina* (Figura 18a-c).

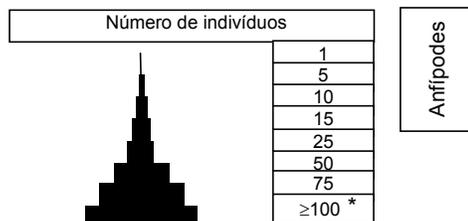
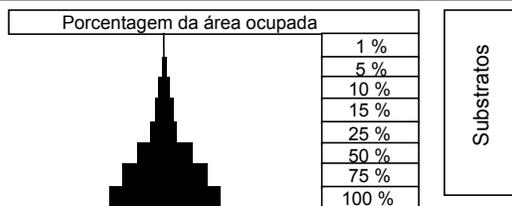
Tabela 3 – Substratos conspícuos dos costões rochosos das praias de Martim de Sá, Ponta do Cambiri e Picinguaba e respectivos nomes abreviados (C = Clorophyta; R= Rhodophyta; P= Phaeophyta; Cy= Cyanobacteria).

	Substratos	Nome abreviado
	Rocha nua	Rn
Animais Sésseis		
Mollusca Bivalvia	<i>Brachidontes darwinianus</i>	Bracd
	<i>Brachidontes solisianus</i>	Bracs
	<i>Perna perna</i>	Perna
	<i>Isognomon bicolor</i>	Isog
Crustacea	<i>Tetraclita stalactifera</i>	Tetra
	<i>Chthamalus bisinuatus</i>	Chth
Annelida	<i>Phragmatopoma</i> sp.	Phrag
Porifera	<i>Hymeniacidon heliophila</i>	Hymh
Algas	<i>Amphiroa beauvoisii</i> (R)	Amphb
	<i>Bryocladia cuspidata</i> (R)	Bryoc
	<i>Bostrychia tenella</i> (R)	Bost
	<i>Bryopsis pennata</i> (C)	Bryop
	<i>Caulerpa sertularioides</i> (C)	Caul
	<i>Centroceras clavulatum</i> (R)	Centro
	<i>Chaetomorpha antennina</i> (C)	Chaet
	<i>Chondracanthus teedei</i> (R)	Chond
	<i>Cladophora vagabunda</i> (C)	Cladov
	<i>Colpomenia sinuosa</i> (P)	Cops
	<i>Dictyopteris delicatula</i> (P)	Dictyd
	<i>Enteromorpha flexuosa</i> (C)	Ente
	<i>Feldmannia irregularis</i> (P)	Feld
	<i>Gelidium pusillum</i> (R)	Gelip
	<i>Galaxaura stupocaulon</i> (R)	Gala
	<i>Goniolium solubile</i> (R)	Gonis
	<i>Gracilaria cervicornis</i> (R)	Gracc
	<i>Gracilaria domingensis</i> (R)	Gracd
	<i>Hinckesia mitchelliae</i> (P)	Hinc
	<i>Hypnea musciformis</i> (R)	Hym
	<i>Jania adherens</i> (R)	Jana
	<i>Laurencia arbuscula</i> (R)	Laura
	<i>Oscillatoria simplicissima</i> (Cy)	Oscs
<i>Padina gymnospora</i> (P)	Padg	
<i>Sargassum cymosum</i> (P)	Sargc	
<i>Ulva lactuca</i> (C)	Ulva	

Tabela 4 – Espécies de gammarídeos dos costões rochosos das praias de Martim de Sá, Ponta do Cambiri e Picinguaba e respectivos nomes abreviados.

Espécie	Nome abreviado
<i>Amphilocheus neapolitanus</i>	An
<i>Ampithoe ramondi</i>	Ar
<i>Batea catharinensis</i>	Bc
<i>Corophium</i> sp.	Co
<i>Cymadusa filosa</i>	Cf
<i>Elasmopus pecteniscrus</i>	Ep
<i>Gammaropsis togoensis</i>	Gt
<i>Hyale macrodactyla</i>	Hma
<i>Hyale media</i>	Hm
<i>Hyale nigra</i>	Hn
<i>Hyale youngi</i>	Hy
<i>Jassa slatteryi</i>	Js
<i>Leucothoe spinicarpa</i>	Ls
<i>Parhyale hawaiiensis</i>	Ph
<i>Photis longicaudata</i>	Pl
<i>Podocerus brasiliensis</i>	Pb
<i>Shoemakerella nasuta</i>	Ly
<i>Stenothoe</i> sp.	St
<i>Sunampithoe pelagica</i>	Sp

LEGENDA DAS FIGURAS DE DISTRIBUIÇÃO VERTICAL



* Toda vez que o número de indivíduos foi superior a 100 o número correspondente foi plotado no gráfico.

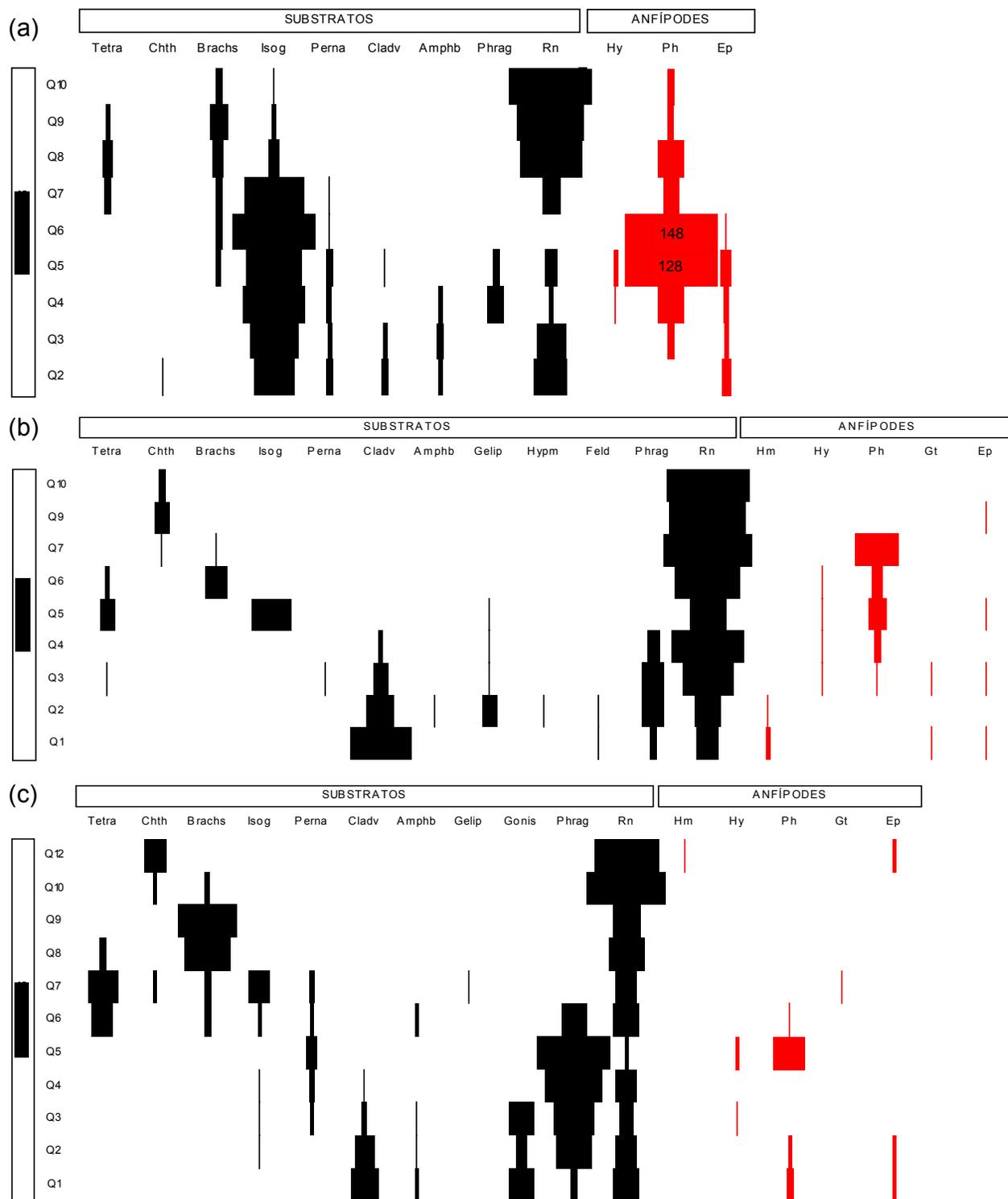


Figura 13 – Martim de Sá – Outono – Distribuição vertical das espécies de substrato secundário e dos gammarídeos associados. (a) Transecto 1. (b) Transecto 2. (c) Transecto 3.

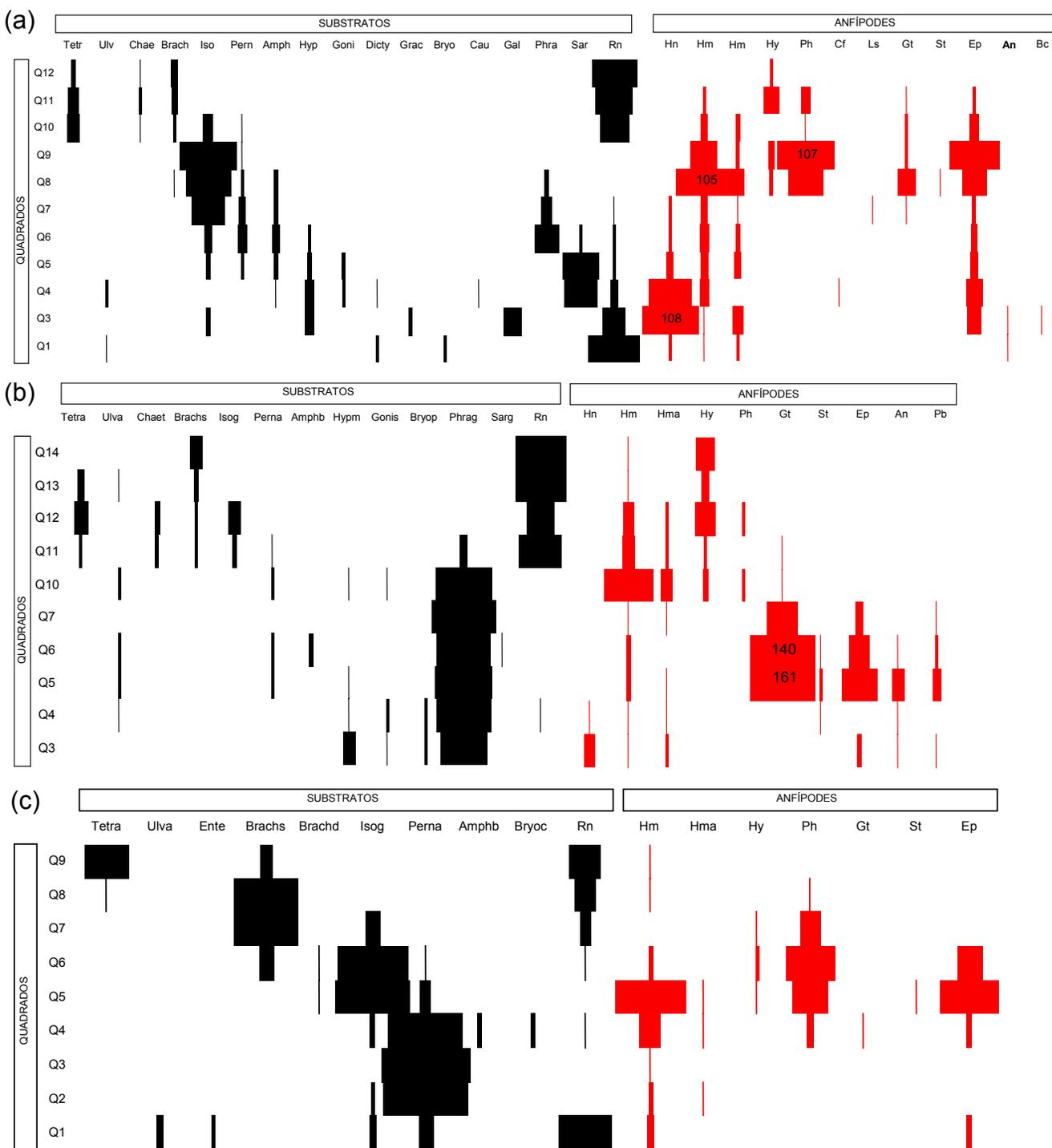


Figura 14 – Martim de Sá – Primavera – Distribuição vertical das espécies de substrato secundário e dos gammarídeos associados. (a) Transecto 1. (b) Transecto 2. (c) Transecto 3.

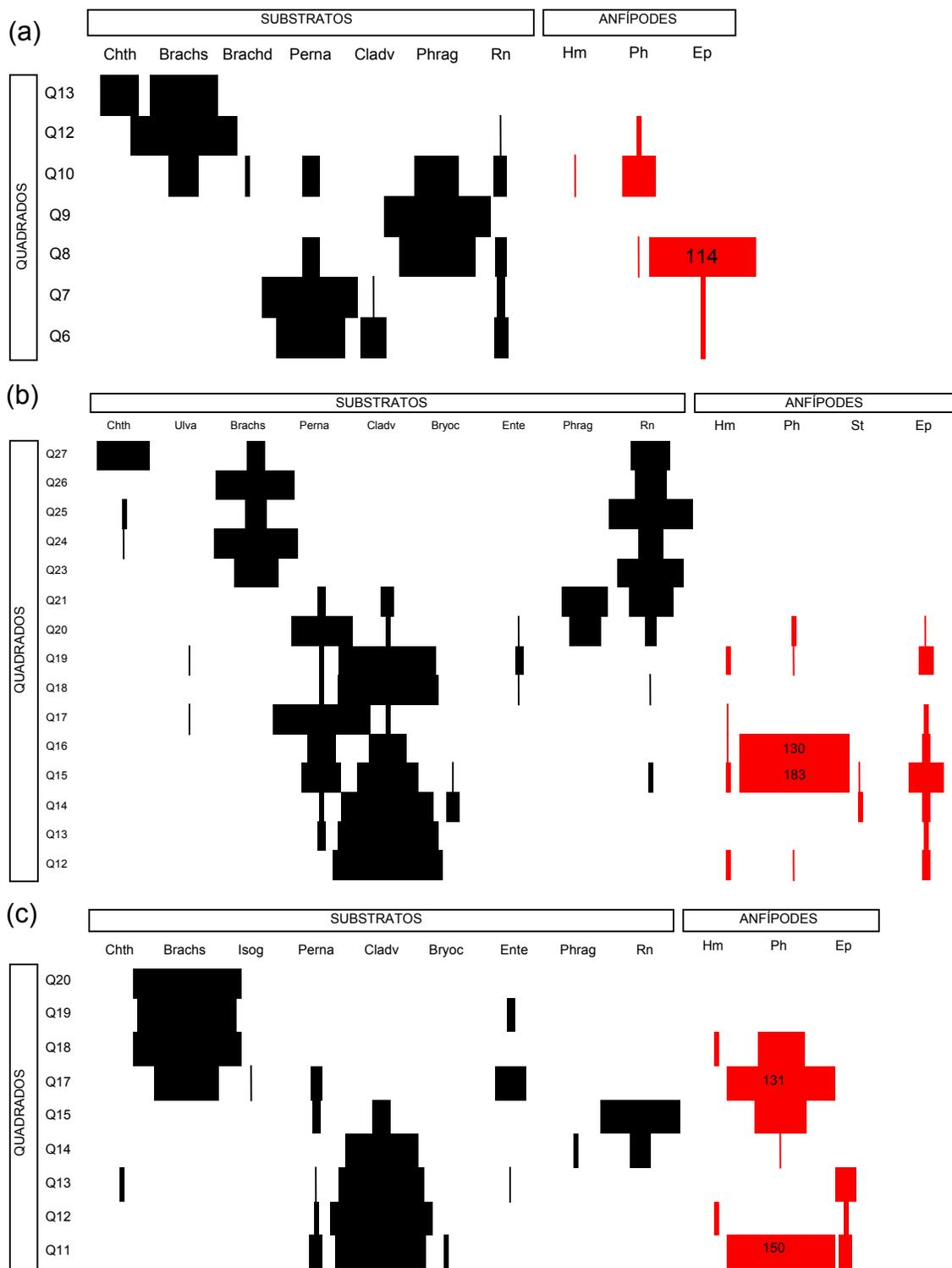


Figura 15 – Cambiri – Outono – Distribuição vertical das espécies de substrato secundário e dos gammarídeos associados. (a) Transecto 1. (b) Transecto 2. (c) Transecto 3.

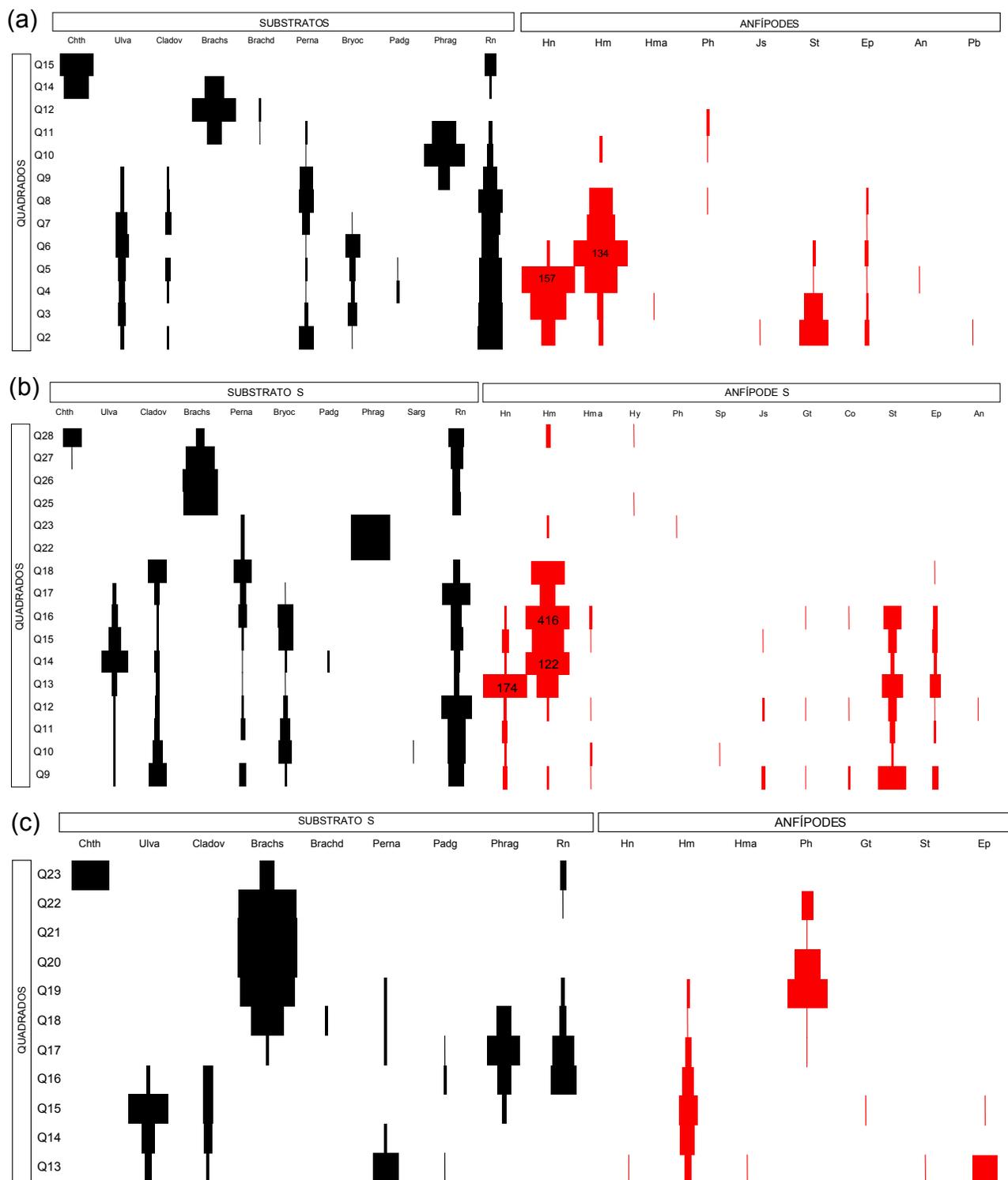


Figura 16 – Cambiri – Primavera – Distribuição vertical das espécies de substrato secundário e dos gammarídeos associados. (a) Transecto 1. (b) Transecto 2. (c) Transecto 3.

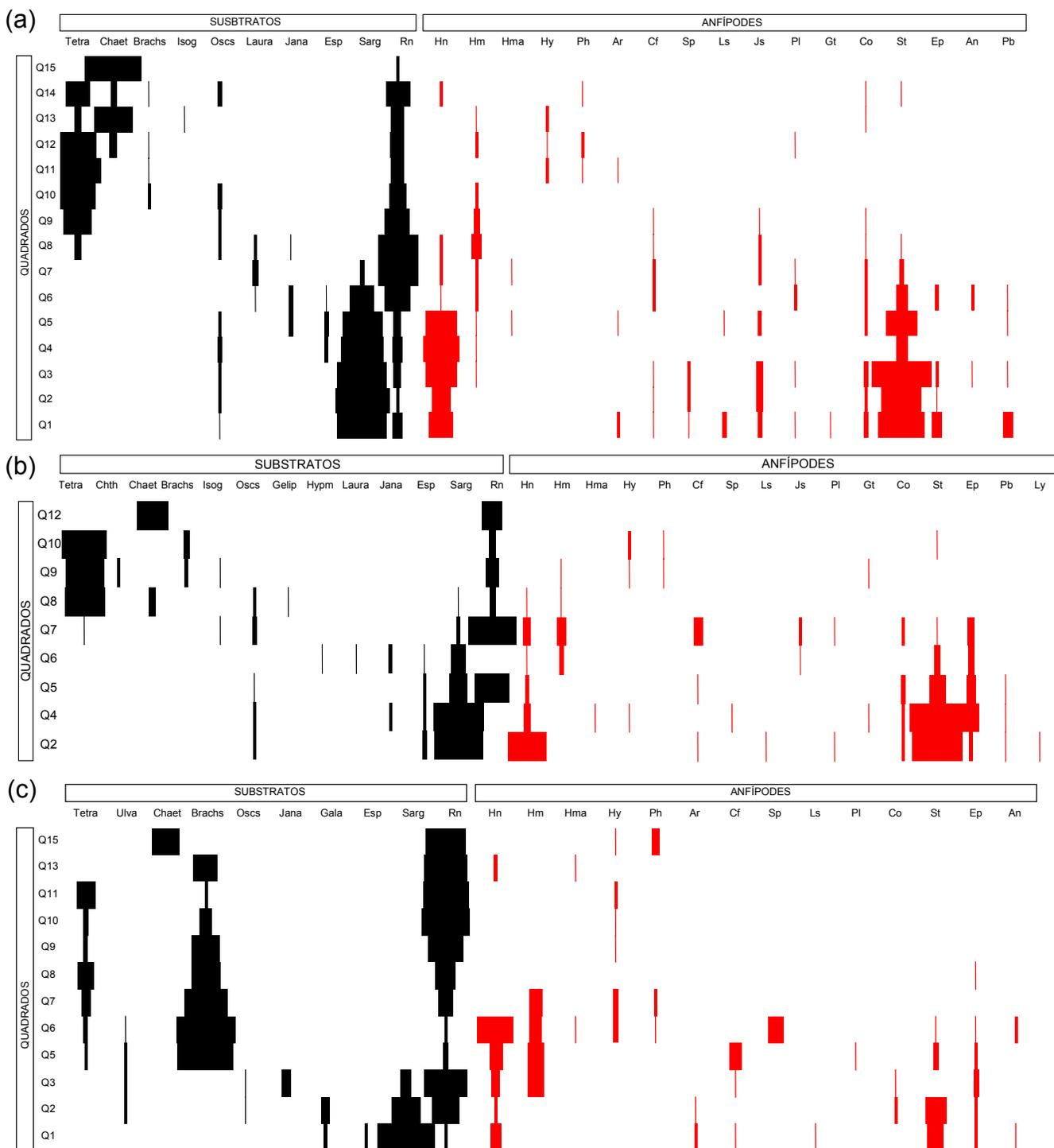


Figura 17 – Picinguaba – Outono – Distribuição vertical das espécies de substrato secundário e dos gammarídeos associados. (a) Transecto 1. (b) Transecto 2. (c) Transecto 3.

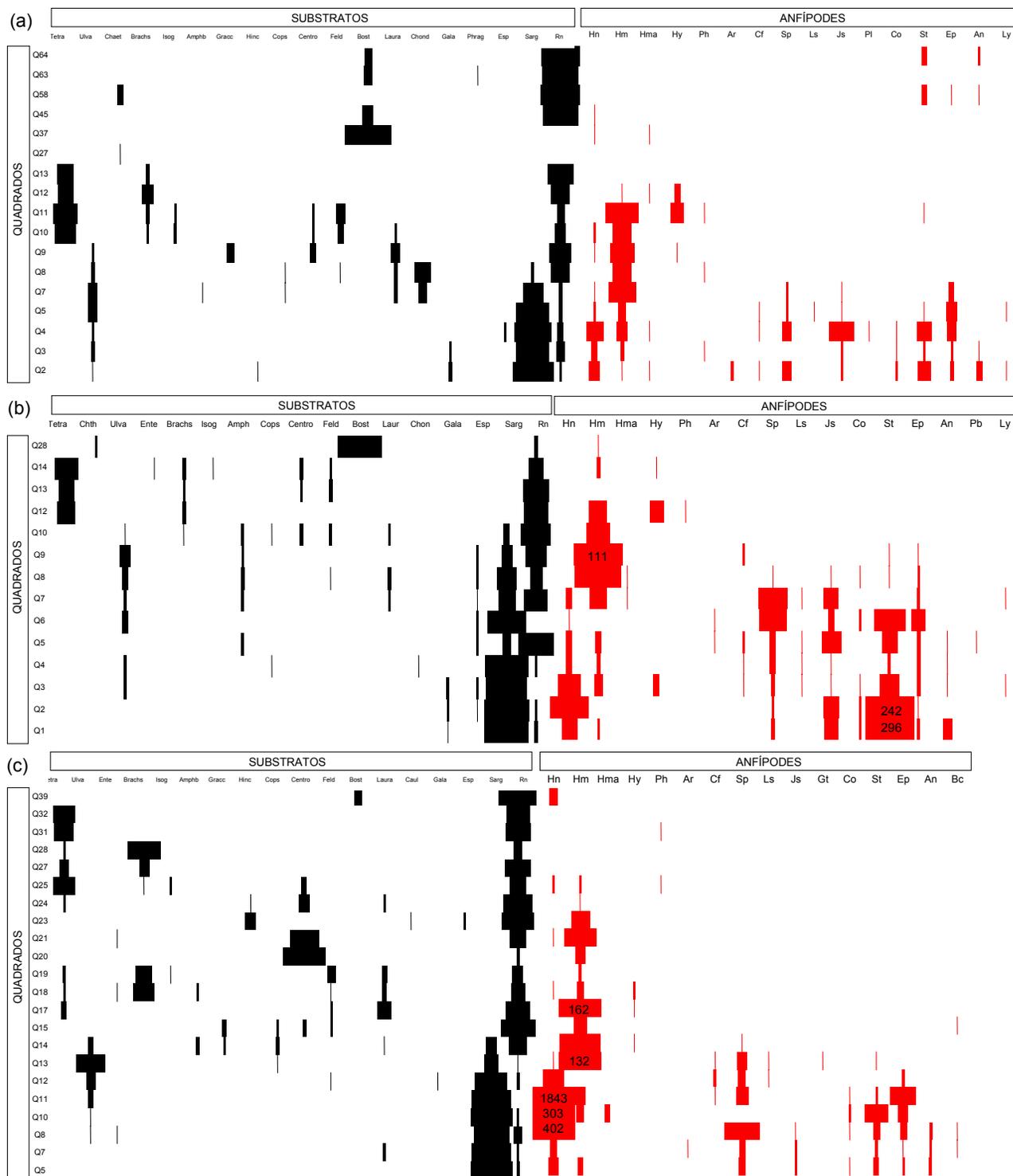


Figura 18 – Picinguaba – Primavera – Distribuição vertical das espécies de substrato secundário e dos gammarídeos associados. (a) Transecto 1. (b) Transecto 2. (c) Transecto 3.

III.4. Correlação entre os substratos e gammarídeos associados.

Os resultados da CCA para as matrizes de dados de porcentagem de cobertura e abundância das espécies mostram tendências de associações das espécies de gammarídeos com a cobertura de determinados substratos secundários. Os autovalores (*eigenvalues*) para os dois primeiros eixos, as porcentagens de variância explicadas por estes eixos e as correlações espécie-ambiente para as três praias nos dois períodos de coleta são mostrados na Tabela 5. Estes últimos valores indicam que as variáveis ambientais (porcentagem do substrato) medidas foram suficientes para explicar a maior parte da variação na abundância das espécies de gammarídeos ao longo dos transectos nos costões.

Nas tabelas 3 e 4 são apresentados, respectivamente, os substratos secundários e as espécies de gammarídeos com seus nomes abreviados para a leitura dos gráficos.

Na praia de Martim de Sá, na estação de outono, o eixo 1 da CCA mostrou que a variação na abundância das espécies foi significativamente influenciada pela porcentagem de cobertura de *Feldmannia irregulares* ($p= 0,01$) e *Chthamalus bisinuatus* ($p= 0,04$), os quais foram responsáveis, respectivamente, por 41,6% e 12,4% da variação encontrada. Os demais substratos não se mostraram significativos, mas foram mantidos na análise para a verificação de tendências de associação, isso foi feito também para todas as outras praias, isto é, mesmo que não significativos os substratos foram mantidos na análise.

Esse eixo mostrou que a abundância de *Hyale media* foi melhor explicada pela cobertura da alga *Feldmannia irregulares*, mas também por *Hypnea*

musciformis e *Gelidium pusillum*. Também mostra que a variação na abundância de *Gammaropsis togoensis* foi relacionada ao aumento da porcentagem de cobertura de *Chthamalus bisinuatus* e *Cladophora vagabunda*. Já *Parhyale hawaiiensis* mostrou uma relação com os substratos *Brachidontes solisianus* e *Isognomon bicolor* (Figura 19a).

O segundo eixo da CCA evidencia que *Elasmopus pecteniscrus* mostrou-se correlacionado com a alga *Amphiroa beauvoisi*. Esse mesmo eixo mostrou que *Hyale youngi* teve o aumento de sua abundância relacionado ao aumento da área ocupada por *Phragmatopoma* sp. (Figura 19a).

Na primavera, as correlações foram semelhantes, mas com o aparecimento de um maior número de espécies alga, algumas novas associações foram detectadas. O primeiro eixo da CCA mostrou que o aumento na porcentagem de cobertura ocupada por *Brachidontes solisianus* ($p= 0,01$; 6,3%), *Isognomon bicolor*, *Chaetomorpha antennina*, *Tetraclita stalactifera* e *Brachidontes darwinianus* apresenta correlação direta com aumento na abundância dos gammarídeos *Hyale youngi*, *Parhyale hawaiiensis*, *Hyale media* e *Leucothoe spinicarpa*. Esse eixo ainda mostrou que da mesma forma que na estação anterior, que a alga *Amphiroa beauvoisi* está correlacionada com o aumento da abundância de *Elasmopus pecteniscrus* (Figura 19b).

O segundo eixo da CCA mostrou que o aumento na abundância das espécies *Gammaropsis togoensis*, *Podocerus brasiliensis* e *Stenothoe* sp. foi correlacionada ao aumento na porcentagem de cobertura do poliqueto *Phragmatopoma* sp. ($p= 0,002$; 22,2%) e da alga *Ulva lactuca*. A abundância dos gammarídeos *Hyale nigra* e *Hyale macrodactyla* esteve correlacionada com o

aumento da cobertura de algas (*Hypnea musciformis* ($p= 0,002$; 26,2%), *Sargassum cymosum* ($p= 0,006$; 8%), *Caulerpa sertularioides*, *Galaxaura stupocaulon*, *Goniolitum solubile*, *Gracilaria domingensis*, *Dictyopteris delicatula*) nesse período do ano (Figura 19b).

Tabela 5 – Sumário dos resultados da CCA para as correlações entre abundância de gammarídeos e porcentagem de cobertura dos substratos secundários nos costões rochosos das praias de Martim de Sá, Ponta do Cambiri e Picinguaba.

Praia	Estação	Eixo 1	Eixo 2
Martin de Sá	Outono		
Autovalor (<i>eigenvalue</i>)		0,659	0,264
Porcentagem de variância		40,619	16,292
Correlação espécie- ambiente		0,985	0,913
Martin de Sá	Primavera		
Autovalor (<i>eigenvalue</i>)		0,452	0,386
Porcentagem de variância		27,323	23,313
Correlação espécie- ambiente		0,963	0,966
Cambiri	Outono		
Autovalor (<i>eigenvalue</i>)		0,363	0,214
Porcentagem de variância		39,029	23,022
Correlação espécie- ambiente		0,831	0,958
Cambiri	Primavera		
Autovalor (<i>eigenvalue</i>)		0,780	0,243
Porcentagem de variância		32,634	10,162
Correlação espécie- ambiente		0,992	0,845
Picinguaba	Outono		
Autovalor (<i>eigenvalue</i>)		0,476	0,234
Porcentagem de variância		24,107	11,839
Correlação espécie- ambiente		0,884	0,901
Picinguaba	Primavera		
Autovalor (<i>eigenvalue</i>)		0,552	0,246
Porcentagem de variância		27,563	12,309
Correlação espécie- ambiente		0,967	0,935

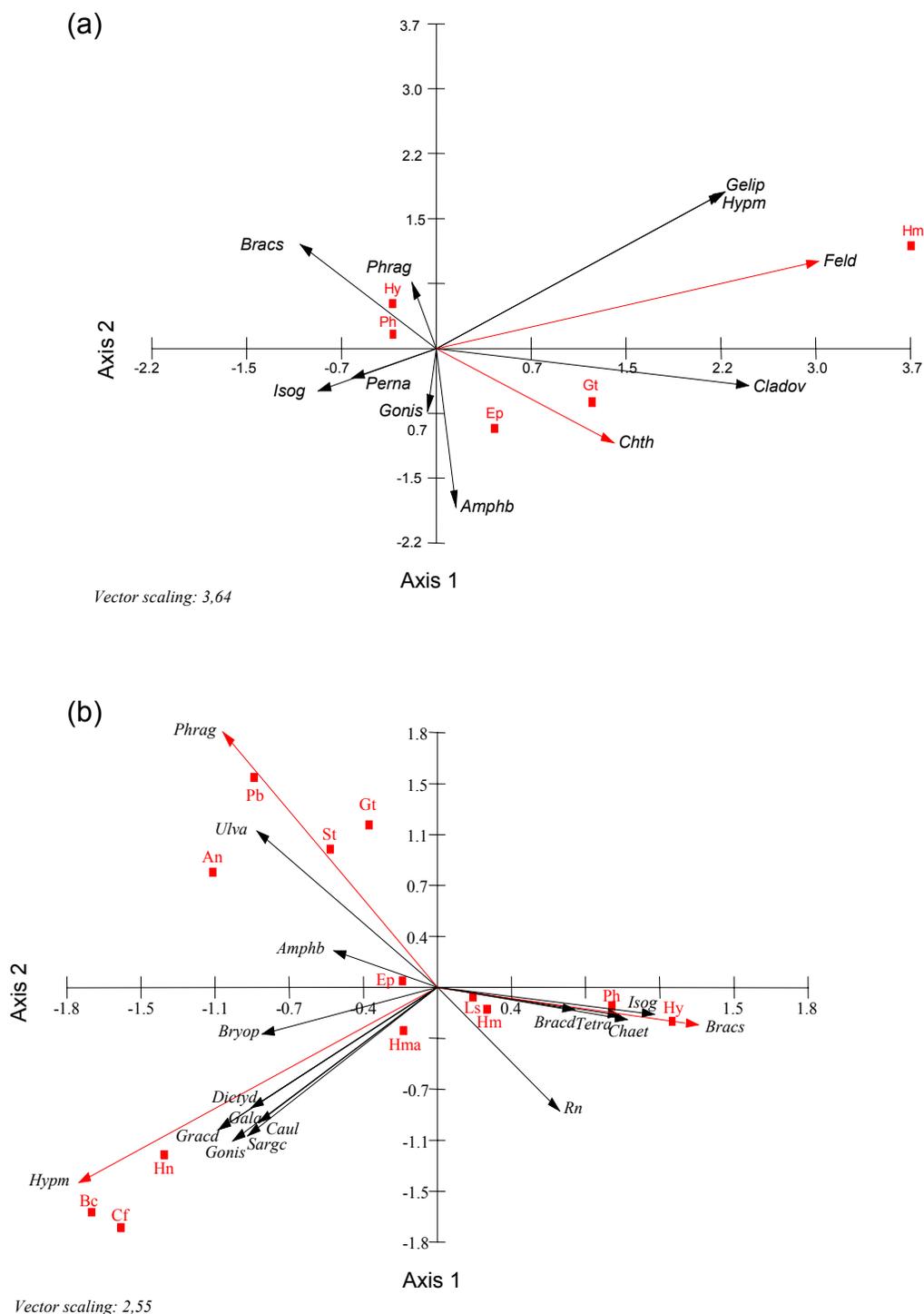


Figura 19 – Martim de Sá - Eixos de ordenação produzidos pela CCA através dos dados de abundância de gammarídeos e porcentagem de cobertura dos substratos. (a) Outono. (b) Primavera. As setas vermelhas mostram os substratos significativos na análise.

Na Ponta do Cambiri, na estação de outono, o primeiro eixo da CCA não apresentou nenhuma correlação significativa. Mesmo assim, verificou-se que o aumento na abundância de *Parhyale hawaiensis* foi melhor explicada pelo aumento da cobertura dos bivalves *Brachidontes solisianus*, *Isognomon bicolor*, *Brachidontes darwinianus* e da alga *Enteromorpha flexuosa*, de maneira semelhante ao ocorrido em Martim de Sá no mesmo período. Esse mesmo eixo mostra a tendência de associação entre *Elasmopus pecteniscrus* com os substratos biológicos *Chthamalus bisinuatus*, *Phragmatopoma* sp., *Perna perna* e a alga *Cladophora vagabunda*. O segundo eixo da CCA apontou a relação existente entre *Stenothoe* sp. e a alga *Bryocladia cuspidata* ($p= 0,02$; 27,2%). Esse segundo eixo mostra também a relação negativa entre o aumento da abundância do gammarídeo *Hyale media* e esta mesma alga (Figura 20a).

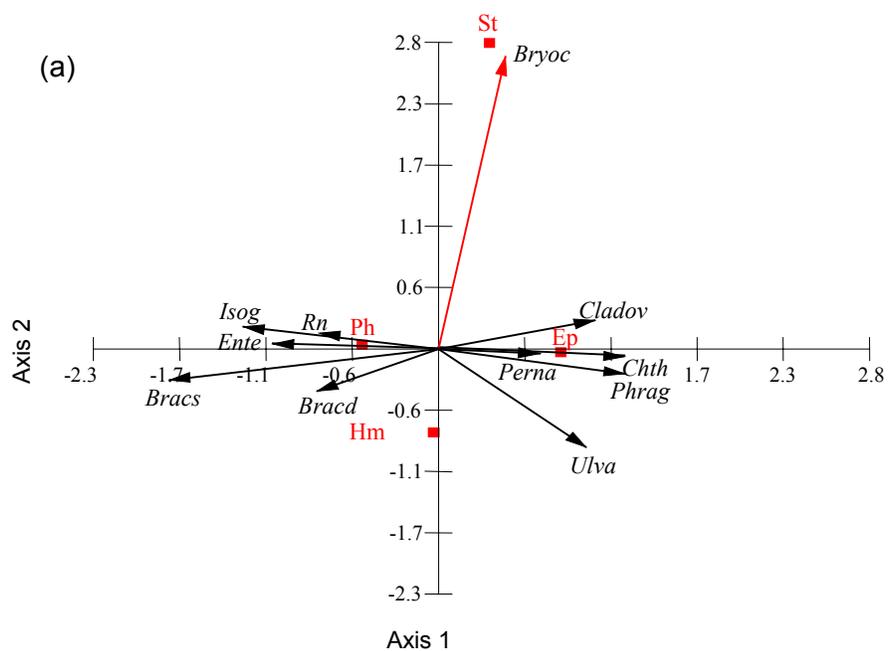
Na primavera, da mesma forma que em Martim de Sá, a Ponta do Cambiri mostrou um aumento no número de substratos secundários recobrimo o costão, o que foi seguido de um aumento da abundância e riqueza gammarídeos presentes na região. Nesse período o primeiro eixo da CCA mostrou algumas associações semelhantes às que já haviam sido evidenciadas pela análise da praia de Martim de Sá. O aumento na abundância de *Parhyale hawaiensis* mostrou-se relacionado com o crescimento de ocupação de espaço pelo bivalve *Brachidontes solisianus* ($p= 0,002$; 65,2%). Evidenciou-se também a relação entre o gammarídeo *Hyale youngi* e o substrato proporcionado por *Brachidontes darwinianus*. Esse eixo ainda mostrou que a alga *Cladophora vagabunda* esteve correlacionada com o aumento da abundância dos gammarídeos *Gammaropsis togoensis* e *Elasmopus pecteniscrus* (Figura 20b).

O segundo eixo da CCA apontou que um grande número de gammarídeos (*Jassa slatteryi*, *Stenothoe* sp., *Hyale macrodactyla*, *Amphilocheus neapolitanus*, *Hyale nigra*, *Corophium* sp., *Podocerus brasiliensis*, *Sunampithoe pelagica*) teve o aumento de suas abundâncias correlacionadas com o aumento da área ocupada pelas algas *Sargassum cymosum* e *Bryocladia cuspidata*. Esse eixo ainda mostrou que o gammarídeo *Hyale media* esteve correlacionado com o bivalve *Perna perna* ($p= 0,04$; 5,2%) e a alga *Ulva lactuca* (Figura 20b).

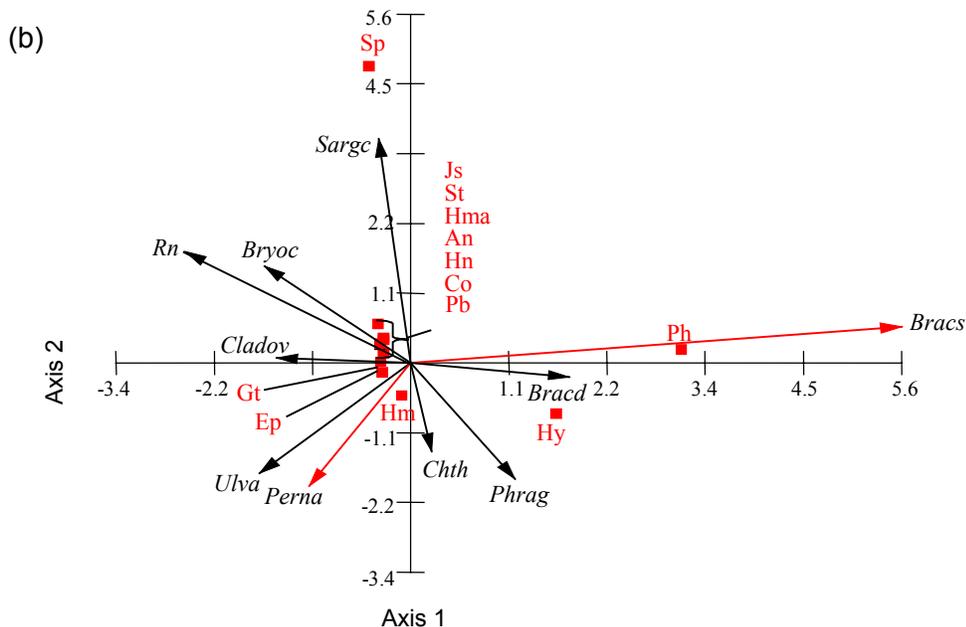
Na praia de Picinguaba, em Ubatuba, no outono o eixo 1 da CCA mostrou que a abundância dos gammarídeos *Hyale youngi* e *Parhyale hawaiiensis* foi correlacionada ao aumento na porcentagem de cobertura da craca *Chthamalus bisinuatus* e da alga verde *Chaetomorpha antennina*. Já *Hyale macrodactyla*, teve sua abundância correlacionada à craca *Tetraclita stalactifera* ($p= 0,008$; 13%) e *Brachidontes solisianus* ($p= 0,04$; 7,8%). Esse mesmo eixo mostrou que o aumento na abundância dos gammarídeos *Hyale nigra*, *Elasmopus pecteniscrus* e *Corophium* sp. foi melhor explicado pelo aumento de espaço ocupado pela alga azul *Oscillatoria simplicissima* e *Jania adherens* (Figura 21a).

O eixo 2 dessa CCA capturou variação na abundância das espécies de gammarídeo (*Shoemakerella nasuta*, *Podocerus brasiliensis*, *Stenothoe* sp., *Leucothoe spinicarpa*) que foi correlacionada com as algas *Sargassum cymosum* ($p= 0,002$; 25,2%), *Galaxaura stupocaulon* e com a esponja *Hymeniacidon heliophila*. Também apontou a correlação entre o aumento de abundância dos gammarídeos *Cymadusa filosa* e *Photis longicaudata* com o aumento na porcentagem de cobertura das algas *Laurencia arbuscula* e *Ulva lactuca*, respectivamente (Figura 21a).

Na primavera, o primeiro eixo da CCA foi marcado pela evidência de correlação entre a alga *Sargassum cymosum* ($p= 0,002$; 34,8%) e a grande maioria das espécies de gammarídeos identificadas, sobretudo as espécies mais raras (*Amphilocheus neapolitanus*, *Shoemakerella nasuta*, *Jassa slatteryi*, *Photis longicaudata*, *Batea catharinensis*, entre outras). Ainda nesse eixo foi mais uma vez reforçada a tendência de relação entre os substratos secundários constituídos pelo bivalve *Brachidontes solisianus* e a craca *Tetraclita stalactifera* ($p= 0,002$; 11,6%) e os hialídeos *Hyale youngi* e *Parhyale hawaiiensis*. Já *Hyale media* mostrou ter sido favorecida pelo aumento da cobertura de diversas algas, tais como *Gracilaria cervicornis*, *Laurencia arbuscula*, *Centroceras clavulatum*, entre outras. O segundo eixo da CCA mostrou uma tendência de correlação entre *Gammaropsis togoensis* e as algas *Ulva lactuca* e *Amphiroa beauvoisii*. Nesse eixo também verificasse que a abundância de *Hyale macrodactyla* tende a crescer com o aumento da porcentagem de cobertura da alga vermelha *Galaxaura stupocaulon* ($p= 0,04$; 4,5%) (Figura 21b).



Vector scaling: 3,09



Vector scaling: 5,73

Figura 20 – Cambiri - Eixos de ordenação produzidos pela CCA através dos dados de abundância de gammarídeos e porcentagem de cobertura dos substratos. (a) Outono. (b) Primavera. As setas vermelhas mostram os substratos significativos na análise.

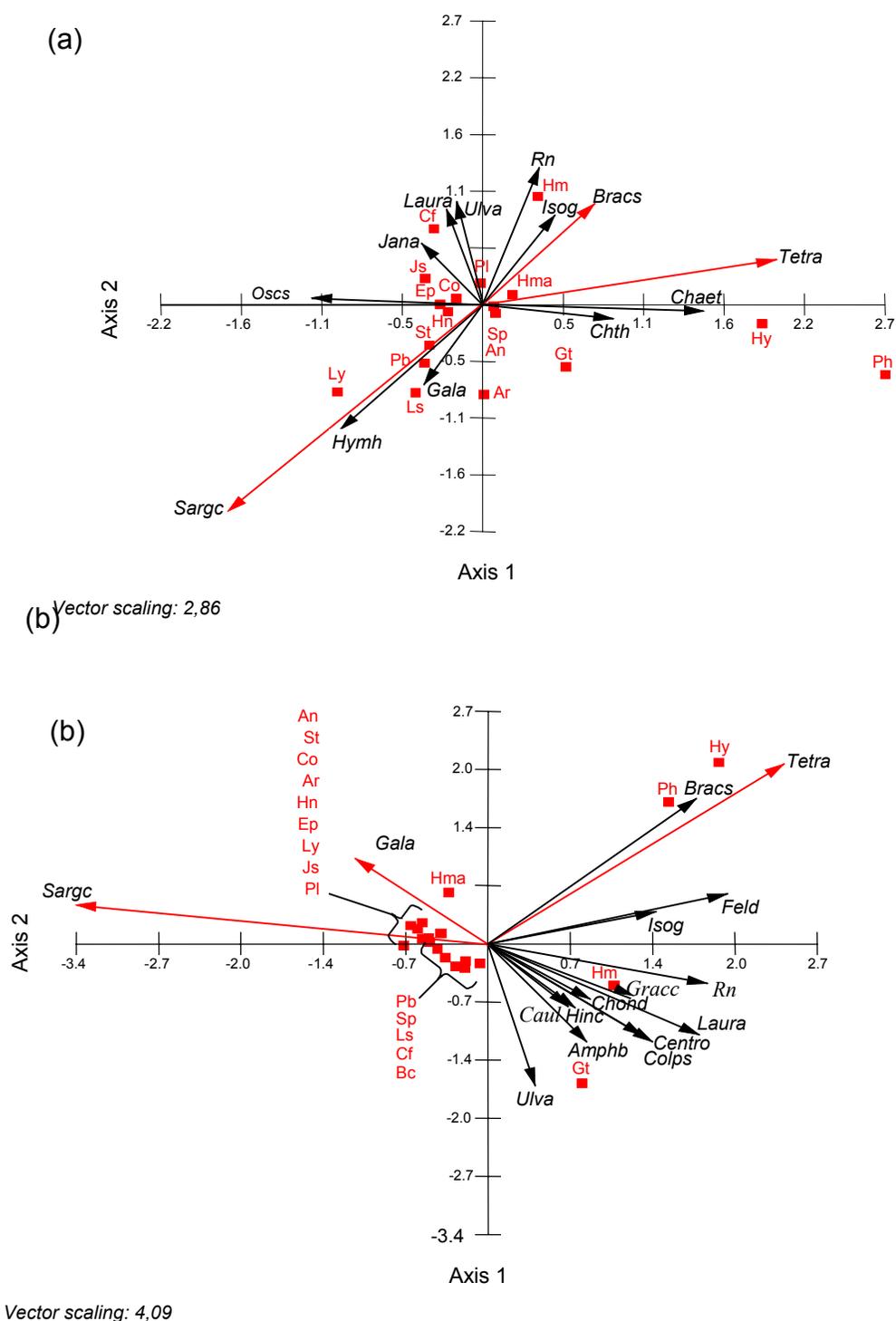


Figura 21 – Pinguaba - Eixos de ordenação produzidos pela CCA através dos dados de abundância de gammarídeos e porcentagem de cobertura dos substratos. (a) Outono. (b) Primavera. As setas vermelhas mostram os substratos significativos na análise.

III.5. Similaridade entre as praias

A análise por MDS e a análise de similaridade de Bray-Curtis, destacaram a formação de dois grupos principais de abundância de gammarídeos entre as praias amostradas. Os grupos formados não separaram as praias uniformemente, indicando a existência de semelhanças com relação à comunidade de gammarídeos nessas praias (Figuras 22 e 23). Por outro lado, com relação à porcentagem de cobertura dos substratos, nota-se a formação de três grupos distintos quase que separando completamente as praias, indicando que a comunidade incrustante é significativamente distinta entre as praias. Nota-se que o grupo formado por Martim de Sá engloba ainda dois transectos da praia do Cambiri na primavera, indicando que neste período as praias foram bastante semelhantes quanto à comunidade de substratos secundários presentes (Figuras 24 e 25).

A ANOSIM indicou que a fauna de gammarídeos das praias estudadas, de modo geral, não é significativamente diferente. Apenas a praia de Picinguaba diferiu significativamente das demais, enquanto que as praias de Martim de Sá e Cambiri mostraram ter composição semelhante de gammarídeos (Tabela 6). As mesmas análises, realizadas com os dados de substratos secundários, indicaram que as praias são diferentes entre si e apresentam características fisionômicas próprias (Tabela 7).

As espécies de gammarídeos que mais contribuíram para as dissimilaridades entre as praias foram praticamente as mesmas, sendo também as

espécies mais abundantes, na maioria dos casos. Os hialídeos forneceram maior contribuição para as diferenças entre as praias, com *Hyale media*, *Parhyale hawaiiensis* e *Hyale nigra* sempre aparecendo entre as cinco espécies de maior porcentagem de contribuição. *Sunampithoe pelagica*, *Elasmopus pecteniscrus* e *Stenothoe* sp. também apareceram como espécies importantes na explicação da diferença entre as praias estudadas (Tabela 8; SIMPER, “cut off” 90%).

Os substratos secundários *Brachidontes solisianus* e *Cladophora vagabunda* estiveram sempre entre os quatro substratos mais importantes na contribuição para as diferenças entre as praias. *Sargassum cymosum*, que foi particularmente abundante em Picinguaba, foi o maior responsável pelas dissimilaridades observadas entre esta e as demais praias (Tabela 9; SIMPER, “cut off” 60%).



Figura 22 – Escalonamento multidimensional não-métrico (MDS) das comunidades de gammarídeos.

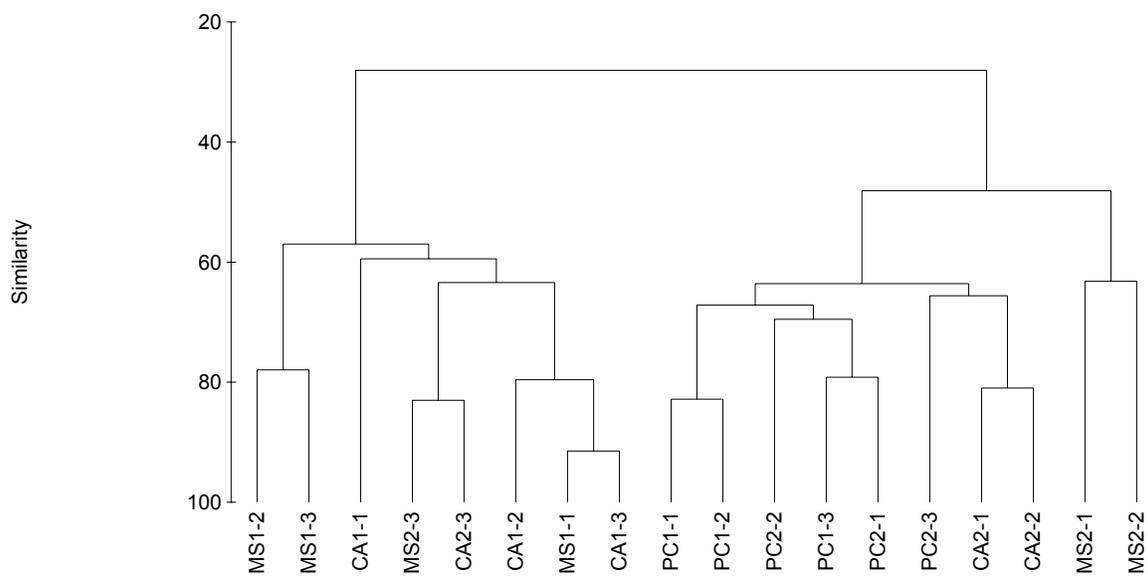


Figura 23 - Dendrograma de similaridade (Bray Curtis) das comunidades de gammarídeos (coletas nas praias: MS= Martim de Sá; CA=Cambiri; PC=Pinguaba; - 1= outono; 2= primavera; -1= Transecto 1; -2= Transecto 2, -3= Transecto 3).

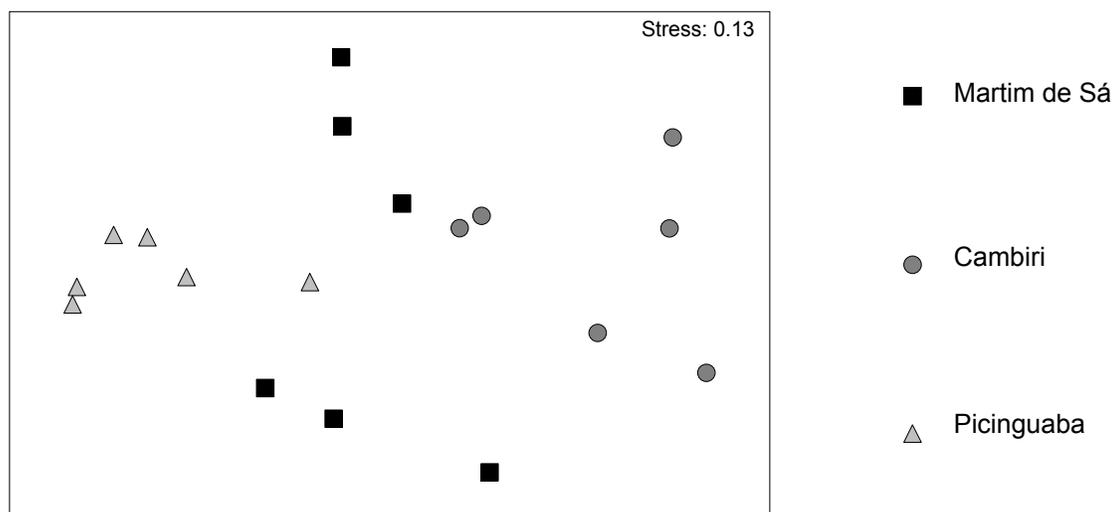


Figura 24 – Escalonamento multidimensional não-métrico (MDS) dos substratos secundários.

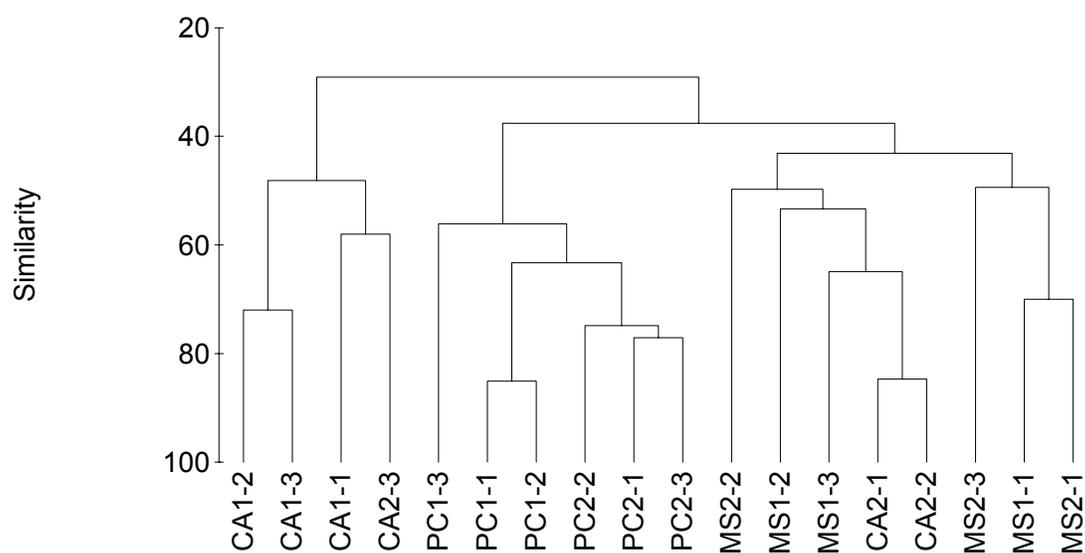


Figura 25 - Dendrograma de similaridade (Bray Curtis) dos substratos secundários (coletas nas praias: MS= Martim de Sá; CA=Cambiri; PC=Pinguaba; - 1= outono; 2= primavera ; -1= Transecto 1; -2= Transecto 2, -3= Transecto 3).

Tabela 6 - Resultados da ANOSIM bifatorial e teste pareados para as similaridades entre praias e períodos com relação à fauna de gammarídeos presente.

Testes globais	praias	R = 0,671 (p = 0,2)
	Períodos	R = 0,741 (p = 0,2)
Teste pareado (praias)	Martim de Sá	Cambiri
Martim de Sá	X	X
Cambiri	0,385 (p=0,09)	X
Picinguaba	1,0 (p=0,01)	0,759 (p=0,01)

Tabela 7 - Resultados da ANOSIM bifatorial e teste pareados para as similaridades entre praias e períodos com relação aos substratos secundários presentes.

Testes globais	praias	R = 0,831 (p = 0,1)
	Períodos	R = 0,321 (p = 4,1)
Teste pareado (praias)	Martim de Sá	Cambiri
Martim de Sá	X	X
Cambiri	0,778 (p=0,01)	X
Picinguaba	0,704 (p=0,01)	0,981 (p=0,01)

Tabela 8 – Contribuição das espécies de gammarídeos para as dissimilaridades entre as praias (MS= Martim de Sá; CA= Cambiri; PC= Picinguaba).

	Espécies	Contribuição para a dissimilaridade (%)
Grupo 1 (MS e CA) Dissimilaridade média entre grupo 1 = 52,15%	<i>Hyale media</i>	18,66
	<i>Parhyale hawaiiensis</i>	18,60
	<i>Elasmopus pecteniscrus</i>	11,94
	<i>Hyale nigra</i>	11,35
	<i>Stenothoe</i> sp.	9,12
Grupo 2 (MS e PC) Dissimilaridade média entre grupo 2 = 67,96%	<i>Hyale nigra</i>	16,31
	<i>Stenothoe</i> sp.	15,09
	<i>Parhyale hawaiiensis</i>	11,98
	<i>Hyale media</i>	9,92
	<i>Sunampithoe pelagica</i>	6,86
Grupo 3 (CA e PC) Dissimilaridade média entre grupo 3 = 61,32%	<i>Hyale nigra</i>	16,86
	<i>Stenothoe</i> sp.	14,38
	<i>Parhyale hawaiiensis</i>	12,76
	<i>Hyale media</i>	11,23
	<i>Sunampithoe pelagica</i>	7,53

Tabela 9 – Contribuição dos substratos secundários para as dissimilaridades entre as praias (MS= Martim de Sá; CA= Cambiri; PC= Picinguaba).

	Espécies	Contribuição para a dissimilaridade (%)
	<i>Brachidontes solisianus</i>	14,69
Grupo 1 (MS e CA)	<i>Isognomon bicolor</i>	13,61
Dissimilaridade média entre grupo 1 = 62,62%	<i>Phragmatopoma</i> sp.	12,42
	<i>Cladophora vagabunda</i>	11,87
	<i>Sargassum cymosum</i>	19,42
Grupo 2 (MS e PC)	<i>Isognomon bicolor</i>	13,67
Dissimilaridade média entre grupo 2 = 61,82%	<i>Phragmatopoma</i> sp.	12,80
	<i>Brachidontes solisianus</i>	7,43
	<i>Sargassum cymosum</i>	17,20
Grupo 3 (CA e PC)	<i>Brachidontes solisianus</i> .	13,93
Dissimilaridade média entre grupo 3 = 75,43%	<i>Cladophora vagabunda</i>	10,77
	<i>Tetraclita stalactifera</i>	8,75

IV - DISCUSSÃO

As zonas rochosas de regiões entremarés variam em extensão vertical dependendo da inclinação da superfície do costão, alcance da maré e exposição à ação de ondas. Onde existe uma inclinação gradual da rocha, as zonas individuais devem ser amplas, ao passo que sob condições de maré e exposição similares, em regiões de inclinação acentuada essas zonas tendem a ser mais compactas (Lewis, 1964). Este padrão foi observado nos costões estudados.

Dentre as praias estudadas, em Picinguaba, que tem um costão mais extenso e com inclinação mais suave, esses fatores são responsáveis pela existência de zonas mais amplas de *Brachidontes solisianus*, *Tetraclita stalactifera* e *Sargassum cymosum* nessa praia. Os costões das demais praias (Martim de Sá e Cambiri) são mais inclinados e, portanto, de menor extensão vertical, o que favorece a formação de zonas mais estreitas.

A distribuição da fauna está associada à extensão das faixas de substratos que conseqüente mente está associada à extensão do costão, mostrando distribuição vertical mais ampla onde as zonas à qual está associada são mais extensas.

Existem indicações de que características intrínsecas aos substratos presentes nos costões, como textura, arquitetura, rugosidade e natureza química, são importantes para a determinação da distribuição das populações associadas (Hacker & Steneck, 1990; Matsumasa, 1994; Aikins & Kikuchi, 2001). Contudo a variação relacionada mais intimamente com o nível da maré, e conseqüentemente a altura de ocorrência dos substratos são também muito importantes para a

determinação dessas populações (Tararam *et al.*, 1986; Iwasaki, 1995; Schreider *et al.*, 2003).

Os estudos sobre as associações de gammarídeos com o substrato ocupado sugerem um padrão. Tararam *et al.* (1986), Iwasaki (1995), Chavanich e Wilson (2000) e Schreider (2003) mostram que, de forma geral, os gammarídeos são mais abundantes e costumam estar representados por um maior número de espécies em algas das zonas mais inferiores da região entremarés dos costões. Mesmo considerando todos os substratos disponíveis para ocupação nos costões, esse padrão se mantém e pode ser demonstrado em todos os costões estudados.

De qualquer forma, nem todas as espécies têm sua distribuição limitada pela altura ocupada no costão e algumas delas parecem responder melhor a outras variáveis, como diferenças estruturais dos substratos (Hicks, 1985; Gee & Warwick, 1994), predadores (Nelson, 1979), competição (Lancellotti & Trucco, 1993), entre outras.

Entre os gammarídeos estudados, os hialídeos foram os que mostraram um padrão de distribuição mais definido. *Hyale youngi* e *Parhyale hawaiiensis* estiveram restritas às regiões mais altas do costão quando em presença de *Hyale media* e *Hyale nigra*, o que indica que, apesar de poderem ocupar todo o gradiente vertical, essas devem ser as espécies que suportam maiores períodos de exposição. Chavanich & Wilson (2000), sugerem que algumas espécies, em particular hialídeos, podem usar sua capacidade de tolerância á dessecação para evitar competição por espaço nas zonas mais inferiores dos costões.

Essa capacidade pode ser confirmada pelo fato de estarem, na maioria das vezes, correlacionadas aos substratos oferecidos por organismos sésseis (*B.*

solisianus, *Phragmatopoma* sp., *I. bicolor*) que ocorrerem em regiões mais altas nos costões e permanecem expostos por longos períodos durante a maré baixa. A dominância de *Parhyale hawaiiensis* em bancos dos bivalves *Perna perna* e *Isognomon bicolor*, foi demonstrada respectivamente por Jacobi (1987b) e Robles (2003).

Hialídeos parecem se distribuir ao longo de todo o gradiente de altura nos transectos dos costões estudados em diferentes composições e abundâncias não sendo encontradas mais de duas espécies abundantes num mesmo nível. Notou-se um padrão de ocorrência e distribuição em relação às zonas mais altas em direção às mais inferiores, isto é, *Hyale youngi* e *Parhyale hawaiiensis*, seguidas por *Hyale media* e logo abaixo *Hyale nigra* ocupando, como já foi ressaltado, na maioria das vezes, diferentes substratos.

A maior abundância *H. nigra* nas regiões inferiores, que conseqüentemente expõe a espécie a menores períodos de exposição pode indicar que, apesar de tolerante (Leite *et al.*, 2000), *H. nigra* deve ser o melhor competidor entre os hialídeos, mantendo-se em regiões mais protegidas contra dessecação.

Padrões de coexistência de espécies de anfípodes taxonomicamente próximas, em regiões entremarés, diferem ao longo de gradientes ambientais, como salinidade (Fenchel & Kolding, 1979; Skadsheim, 1983), exposição a ondas (Fenchel & Kolding, 1979; Lancellotti & Trucco, 1993) e altura (Buschmann, 1990). O padrão de alternância entre as espécies de hialídeos observado pode ser devido a eventos que podem estar influenciando na distribuição diferencial das espécies como competição (Lancellotti & Trucco, 1993; Chavanich & Wilson,

2000), complexidade do habitat (Hacker & Steneck, 1990) e/ou diversidade de microhabitats (Rohde, 1992).

Sunampithoe pelagica mostrou uma grande tendência de associação com *Sargassum cymosum*, mas com maior abundância nos quadrados mais inferiores mesmo quando a alga ocupou uma maior extensão no transecto. Essa associação já foi relatada por Schreider *et al.* (2003), mas no presente trabalho a constatação desse posicionamento levanta a hipótese de que a altura no costão seja mais relevante para a distribuição da espécie que o substrato ocupado, isto é, apesar da presença de *S. cymosum* favorecer a ocorrência de *S. pelagica* essa espécie parece não ser favorecida se a alga ocupa regiões mais altas nos costões.

Stenothoe sp., *Elasmopus pecteniscrus*, *Amphilocheus neapolitanus*, *Jassa slatteryi*, *Podocerus brasiliensis*, *Cymadusa filosa*, *Gammaropsis togoensis* e *Corophium sp.* foram mais abundantes nas regiões mais inferiores dos gradientes verticais analisados e tiveram sua distribuição relacionada principalmente às algas *Sargassum cymosum* e *Bryocladia cuspidata*. Algumas dessas espécies (*E. pecteniscrus*, *C. filosa*, *A. neapolitanus*) já foram anteriormente consideradas como pouco tolerantes a longos períodos de emersão (Tararam *et al.* 1986) o que pode ser confirmado novamente. Além disso, as algas *S. cymosum* e *B. cuspidata* são bastante ramificadas oferecendo maior proteção contra dessecação durante a maré baixa e contra predadores durante os períodos de maré alta.

Na comunidade de gammarídeos associados à alga *Bryocladia trysigera*, da região de Itanhaém, litoral sul do Estado de São Paulo, *E. pecteniscrus* e *A. neapolitanus* foram encontradas abundantemente depois de *H. nigra*, que foi a espécie dominante em praticamente todos os meses (Valério-Berardo & Flynn,

2002). Uma composição faunística semelhante foi relatada por Leite *et al.* (2000) para *Sargassum cymosum* na região de Ubatuba, Brasil, o que reforça a idéia de que essas são espécies fortemente relacionadas a essas algas.

Apesar de *Amphilocus neapolitanus* ser considerada uma espécie reófoba (Ruffo, 1998), isto é, que prefere águas calmas, o que favoreceria sua presença nas praias estudadas, ela não foi uma espécie abundante. Leite *et al.* (2000) relatam a ausência dessa espécie em associação com *Sargassum cymosum* no outono e baixas abundâncias na primavera, em uma praia abrigada do litoral de São Paulo, contudo bem mais abrigada que as estudadas (Leite, com. pessoal). Como foram realizadas apenas duas coletas, as baixas abundâncias podem também estar relacionadas com o ciclo de vida da espécie. Leite (2002) mostra que *A. neapolitanus* se reproduz durante todo o ano, mas em seu trabalho as populações investigadas foram menos abundantes nos meses de março e outubro.

As baixas abundâncias relatadas para *Jassa slatteryi* estão provavelmente relacionadas ao baixo hidrodinamismo das praias estudadas (Conradi *et al.* 1997; Jacobucci, 2000). Espécies do gênero *Jassa* são classificadas como suspensívoras (Barnard, 1958; Bellan-Santini, 1998) e características de regiões expostas à intensa ação de ondas (Nair & Anger, 1979; Jacobucci, 2000), o que disponibiliza uma maior quantidade de partículas em suspensão. Karez & Ludynia (2003) sugerem que espécies desse gênero podem ter hábitos distintos e que seus habitats ótimos podem atender a necessidades diferentes, verificando que outras espécies, como *J. falcata*, podem ter preferência por águas mais

calmas. Dessa forma, *J. slatteryi* parece ser uma realmente uma espécie característica de águas turbulentas, como também sugerido por Leite *et al.* (2000).

Gammarídeos do gênero *Stenothoe* são reófabos e costumam estar associados a hidrozoários dos quais preferencialmente se alimentam (Krapp-Schickel 1993, Vader & Krapp-Schickel 1996, Ruffo 1998). A grande abundância dessa espécie na praia de Picinguaba, onde *S. cymosum* foi mais conspícua, em relação às outras praias, pode estar relacionada à alta epizoose por hidrozoários sobre a alga (Krapp-Schickel 1993, Vader & Krapp-Schickel 1996, Ruffo 1998), embora as frondes não tenham sido analisadas para a comprovação dessa associação.

A diversidade de gammarídeos em todas as praias foi maior na primavera quando foi observado o aparecimento de um maior número de espécies de algas e também quando *Sargassum cymosum* foi mais abundante.

Um maior número de espécies de algas proporciona um aumento na complexidade dos habitats disponíveis no costão rochoso tornando-o um ambiente mais heterogêneo (Thompson *et al.*, 1996). Da mesma forma, a complexidade estrutural da alga-substrato está relacionada ao aumento do número de recursos exploráveis, tais como substrato para viver e se alimentar, superfície para fixação de epífitas e refúgio contra predadores (Hikcs, 1985; Edgar, 1983a e b). Esses fatores são importantes para o suporte de uma maior abundância e número de espécies, o que pode explicar a maior diversidade encontrada na primavera.

A maior ou menor abundância das espécies nos meses estudados deve-se provavelmente a diferenças nas flutuações das populações, que estão relacionadas com a biologia, estratégia reprodutivas, ciclo de vida, período de

incubação e fecundidade, que contribuem para as alterações numéricas de dominância de cada espécie (Jacobucci, 2000; Valério-Berardo & Flynn, 2002). Nenhum desses fatores foi quantificado, já que foram realizadas apenas duas coletas.

De modo geral, as três praias estudadas foram semelhantes quanto ao conjunto de espécies de gammarídeos presentes, embora não tenham se assemelhado quanto à composição dos substratos secundários disponíveis. As diferenças entre as praias residiram na espécie dominante, quer dos gammarídeos quer dos substratos, daquela praia. As praias de Martim de Sá e Cambiri são mais parecidas entre si que com a praia de Picinguaba. A presença de *Sargassum cymosum* foi o fator que mais contribuiu para essa dissimilaridade, já que essa alga foi bastante abundante em Picinguaba nos dois períodos e quase ausente nas demais praias, aparecendo apenas na primavera com baixa porcentagem de cobertura (Figuras 10, 11, 12, 13, 14 e 15).

Mesmo assim, as praias foram similares quanto a fauna de gammarídeos presente e isso provavelmente deve-se ao fato de que a presença e abundância dos gammarídeos estão relacionadas com a riqueza de algas e não com uma alga em particular (*S. cymosum*).

V - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os gammarídeos aqui estudados são mais abundantes e estão representados por um maior número de espécies nas regiões mais inferiores de costões rochosos onde ficam mais protegidos contra a dessecação durante os períodos de maré baixa.

Os hialídeos possuem um padrão de distribuição e associação com o substrato bem definido, o qual parece ser fortemente influenciado por competição entre as espécies desse gênero. A capacidade que todas têm de ocupar todos os níveis de altura no costão mostra que outros fatores que não o gradiente de profundidade são mais importantes para definir o estabelecimento das espécies e juntamente com a competição, a resistência contra dessecação parece ser um fator determinante.

Os padrões encontrados sugerem que *Hyale nigra* é a melhor competidora entre os hialídeos mantendo-se em regiões mais abrigadas contra dessecação durante a maré baixa. Já a distribuição de *Hyale youngi* e *Parhyale hawaiensis* nas regiões mais altas dos costões levanta a hipótese de que essas são as espécies mais tolerantes e/ou as com maior mobilidade entre os hialídeos, mantendo-se nas regiões mais altas dos costões durante a maré baixa evitando assim competição e a pressão de predação nas regiões mais inferiores.

O aumento na diversidade de gammarídeos nos costões de Martim de Sá e Cambiri, na primavera, está diretamente relacionado com o aumento na riqueza de algas o que demonstra a importância desse substrato na manutenção da

diversidade em costões rochosos. Da mesma forma, similaridade entre as praias com relação aos gammarídeos mesmo sendo diferentes com relação aos substratos, mostra que a diversidade dessa comunidade está relacionada à riqueza de substratos (principalmente algas) e não a uma alga (*S. cymosum*) ou substrato em particular.

De forma geral, os limites observados na altura ocupada pelos gammarídeos nos costões estiveram fortemente relacionados com o substrato ocupado por cada espécie, tornando difícil concluir qual fator (altura ou substrato) tem maior influência na determinação dos padrões encontrados.

O não acompanhamento dessa comunidade de gammarídeos durante um maior período de tempo, torna difícil maiores conclusões com relação aos processos relevantes para o estabelecimento e distribuição das populações nos diferentes níveis de altura e substratos disponíveis nos costões, bem como seus padrões temporais de ocorrência.

Para que possa ser possível uma melhor interpretação dos padrões de composição e distribuição dessa fauna de gammarídeos em costões rochosos, deve ser dada uma maior ênfase a estudos comportamentais, história natural e relações ecológicas. Da mesma forma, estudos experimentais são necessários para identificar precisamente quais os fatores mais importantes para determinar a distribuição dessa epifauna.

VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aikins, S. & Kikuchi, E. 2001. Studies on habitat selection by amphipods using artificial substrates within an estuarine environment. **Hidrobiologia** **457**: 77-86.
- Albuquerque, E.F. & Guéron, C.O.C. 1989. Variação sazonal da fauna vágil de *Sargassum stenophyllum* (Martens) em duas estações com diferentes graus de exposição às ondas, em Ibicuí, Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro, **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, **84** (4): 9-17.
- Baldinger, A.L. & Gable, M.F. 1995. The occurrence of amphipods and other peracarids crustaceans in the rocky littoral zone of Bermuda. **Polskie Archives of Hydrobiology**, **42** :431-439.
- Barnard, J.L. 1958. Amphipod crustaceans as fouling organisms in Los Angeles – Long Beach Harbors, with reference to the influence of seawater turbidity. **California Fish and Game**, **44** (2): 161-170.
- Barnard, J.L. & Karaman, G.S. 1991. The families and genera of marine amphipoda (except marine gammaroids). **Record of the Australian Museum, Supplement** **13**, part 1-2: 1-866.
- Barreto, C.C. 1999. Heterogeneidade espacial do habitat e diversidade específica: implicações ecológicas e métodos de mensuração. **Oecologia Brasiliensis**, **84**: 158-163.
- Battstrom, H. 1980. Rocky shore zonation in the Santa Marta Area, Colômbia. **Sarsia**, **65**: 163-226.
- Bell, S.S. & Coen, L.D. 1982. Investigations on epibenthic meiofauna. I. Abundances on and the repopulation of the tube-caps of *Diopatra cuprea* (Polychaeta: Onuphidae) in a subtropical system. **Marine Biology**, **67**: 303-309.

- Bellan-Santini, D. 1998. Ecology. In: The Amphipoda of the Mediterranean. Ruffo, S. (Ed.). **Memories de l'Institut Oceanographique. Fondation Albert I^{er}, Prince de Monaco, 13**: 869-912.
- Boaden, P.J.S. & Seed, R. 1985. **An Introduction to Coastal Ecology**. Chapman & Hall, New York. 218 p.
- Bourget, E., DeGuise, J. & Daigle, G. 1994. Scales of substratum heterogeneity, structural complexity, and early establishment of a marine epibenthic community. **Journal of Marine Biology and Ecology, 181**: 31-51.
- Bushmann, A.H. 1990. Intertidal macroalgae as refuge and food for Amphipoda in central Chile. **Aquatic Botany, 36**: 237-245.
- Bustamante, R.H.; Branch, G.M. & Eekhout, S. 1997. The influences of physical factors on the distribution and zonation patterns of South African rocky-shore communities. **South African Journal of Marine Science, 18**: 119-136.
- Calder, D.R. 1991. Associations between hydroid species assemblages and substrate types in the mangal at Twin Cays, Belize. **Canadian Journal of Zoology, 69**: 2067-2074.
- CETESB 2003. Evolução da qualificação anual das praias do município de Ubatuba. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo. <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/municipios/03/ubatuba3.asp>.
- Chan, B.K.K. & Willians, G.A. 2003. The impact of physical stress and molluscan grazing on the settlement and recruitment of *Tetraclita* species (Cirripedia: Balanomorpha) on a tropical shore. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 284** (1-2): 1-23.
- Chavanich, S. & Wilson, K.A. 2000. Rocky intertidal zonation of gammaridean amphipods in Long Island Sound, Connecticut. **Crustaceana, 73** (7): 835-846.

- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 1994. **Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- Conlan, K.E. 1990. Revision of the crustacean amphipod genus *Jass* Leach (Corophiidea: Ischyroceridae). **Canadian Journal of Zoology**, **68**: 2031-2075.
- Connell, J.H. 1961. Effects of competition, predation of *Thais lapillus*, and other factors on natural populations of the barnacle *Balanus balanoides*. **Ecological Monographs**, **31**: 61-104.
- Conradi, M.; López-González, P.J. & García-Gomez, c. 1997. The amphipod community as a bioindicator in Algeciras Bay (Southern Iberian Peninsula) based on a spatio temporal distribution. **Marine Ecology**, **18** (2): 97-111.
- Dean, R.L. & Connel, J.H. 1987. Marine invertebrates in algal succession. II. Tests of hypothesis to explain changes in diversity with succession. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **109**: 217-247.
- Defeo, O. & Rueda, M. 2002. Spatial structure, sampling design and abundance estimates in sandy beach macroinfauna: some warnings and new perspectives. **Marine Biology**, **140** : 1215-1225.
- Duarte, L.F.L. & Nalesso, R.C. 1996. The sponge *Zygomycale parishii* (Bowerbank) and its endobiotic fauna. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **42**: 139-151.
- Dutra, R.R.C. 1988. A fauna vágil do fital *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta, Gelidiaceae) da Ilha do Mel, Paraná, **Revista Brasileira de Biologia**, **48** (3): 589-605.
- Edgar, G.J. 1983a. The ecology of south-east Tasmania phytal animal communities. III. Patterns of species diversity. **Journal of Experimental Marine biology and Ecology**, **70**: 181-203.
- Edgar, G.J. 1983b. The ecology of south-east Tasmanian phytal animal communities. IV. Factors affecting the distribution ampithoid amphipods

among algae. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **70**: 205-225.

Edgar, G.J. & Moore, P.G. 1986. Macro-algae as habitats for motile macrofauna. **Monografias Biológicas**, **4**: 255-277.

Fenchel, T. & Kolding, S. 1979. Habitat selection and distribution pattern of five species of the amphipod genus *Gammarus*. **Oikos**, **33**: 316-322.

Gee, J.M. & Warwick, R.M. 1994. Metazoan community structure in relation to the fractal dimensions of marine macroalgae. **Marine Ecology Progress Series**, **103**: 141-150.

Guichard, F. & Bourget, E. 1998. Topographic heterogeneity, hydrodynamics, and benthic community structure: A scale-dependent cascade. **Marine Ecology Progress Series**, **171**: 59-70.

Hacker, S.D. & Steneck, R.S. 1990. Habitat architecture and the abundance and body-size-dependent habitat selection of an phytal amphipod. **Ecology**, **71** (6): 2269-2285.

Hicks, G.R.F. 1985. Meiofauna associated with rocky shore algae. In: **Ecology of Rocky Coasts**. Moore, P.G. & Seed, R. (Eds). London: Hodder and Stoughton: 36-56.

Hope, A. C. A. 1968. A simplified Monte Carlo significance test procedure. **Journal of the Royal Statistical Society, Series B**, **30**: 582-598.

Horn, M.H.; Murray, S.N. & Seapy, R.R. 1983. Seasonal structure of a central California rocky intertidal community in relation to environmental variations. **Bulletin in South California Academy of Science**, **82**: 79-94.

Iwasaki, K. 1995. Comparison of mussel bed community of two intertidal mytilids *Septifer virgatus* and *Hormomya mutabilis*. **Marine Biology**, **123**: 109-119.

Jacobi, C.M. 1987a. The invertebrate fauna associated with intertidal beds of the brown mussel *Perna perna* (L.) from Santos, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, **2** (2): 73-91.

- Jacobi, C.M. 1987b. Spatial and temporal distribution of Amphipoda associated with mussel beds from the Bay of Santos (Brazil). **Marine Ecology Progress Series**, **35**: 51-58.
- Jacobi, C.M. & Langevin, R. 1996. Habitat geometry of benthic substrata: effects on arrival and settlement of mobile epifauna. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **206**: 39-54.
- Jacobucci, G.B. 2000. **Distribuição vertical e flutuação sazonal da macrofauna vágil associada a *Sargassum cymosum* C. Agardh, em uma praia do litoral norte do Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 109 p.
- Keen, S.L. & Neil, W.E. 1980. Spatial relationships and some structuring processes in benthic intertidal animal communities. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **45**: 139-155.
- Kikuchi, T. & Perés, J.M. 1977. Consumer ecology of seagrass beds. In: **Seagrass Ecosystem**. McRoy, C.P. & Helfferich, C. (Eds.). New York, M Dekker: 147-193.
- Krapp-Schickel, G. 1993. Do algal-dwelling amphipods react to the 'critical zones' of a coastal slope? **Journal of Natural History**, **27**: 883-900.
- Lancellotti, D.A. & Trucco, R.G. 1993. Distribution patterns and coexistence of six species of the amphipod genus *Hyale*. **Marine Ecology Progress Series**, **93**: 131-141.
- Leite, F.P.P.; Güth, A.Z. & Jacobucci, G.B. 2000. Temporal comparison of gammaridean amphipods of *Sargassum cymosum* on two rocky shores in southeastern Brazil. **Nauplius**, **8** (2): 227-236.
- Leite, F.P.P. 2002. Life cycle observations on *Amphilocus neapolitanus* (Della Valle, 1853) (Crustacea, amphipoda) associated with *Sargassum cymosum* C. Agardh, 1820 in Ubatuba, (SP), Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, **45** (3): 355-363.

- Lewis, J. R. 1964. **The Ecology of Rocky Shores**. London: The English Universities Press. 323 p.
- Lewis, J.R. 1976. The role of physical and biological factors in the distribution and stability of rocky shore communities. In: **Biology of Benthic Organisms**. Keegan, B.F.; Ceidigh, P.O. & Boaden, P.J.S. (Eds). New York, Pergamon: 417-423.
- Lindberg, W.J. & Stanton, G. 1988. Bryozoan-associated decapod crustaceans: community patterns and a case of cleaning simbiosis between a shrimp and crab. **Bulletin of Marine Science**, **42**: 411-423.
- Lohse, D.P. 1993a. The importance of secondary substratum in a rocky intertidal community. **Jounal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **166**: 1-17.
- Lohse, D.P. 1993b. The effects of substratum type on the population dynamics of three common intertidal animals. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **173** : 133-154.
- Masunari, S. 1983. The phytal of the alga *Amphiroa beauvoisii*. **Studies of Neotropical Fauna and Environments**, **18** (3): 151-162.
- Masunari, S. 1987. Ecologia das comunidades fitais. **Anais do I Simpósio de Ecosystemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira**, **54** (1): 195-253.
- Matsumasa, M. 1994. Effect of secondary substrate on associated small crustaceans in a brackish lagoon. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **176**: 245-256.
- Menge, B.A. 1976. Organization of the New England rocky intertidal community: role of predation, competition and environmental heterogeneity. **Ecological Monographs**, **46**: 355-393.
- Menge, B.A.; Daley, B.A.; Lubchenco, J.; Sandford, E.; Dahlhoff, E.; Halpin, P.M.; Hudson, G. & Burnaford, J.L. 1999. Top-down and botton-up regulation of New Zeland rocky intertidal communities. **Ecological Monographs**, **69**: 297-330.

- McGuinness, K.A. & Underwood, A.J. 1986. Habitat structure and the nature of communities on intertidal boulders. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **104** : 97-123.
- McQuaid, C.D. & Branch, G.D. 1984. Influence of sea temperature, substratum and wave exposure on rocky intertidal communities: an analysis of faunal and floral biomass. **Marine Ecology Progress Series**, **19** (1-2): 145-151.
- Moore, P.G. 1975. The role of habitat selection in determining the local distribution of animals in the sea. **Marine Behavior and Physiology**, **3**: 97-100.
- Morgado, E.H. & Tanaka, M.O. 2001. The macrofauna associated with the bryozoan *Schizoporella errata* (Walters) in southeastern Brazil. **Scientia Marina**, **65** (3): 173-181.
- Nair, K.K. & Anger, K. 1979. Experimental studies on the life cycle of *Jassa falcata* (Crustacea, Amphipoda). **Helgoländer Wissenschaft Meeresuntersuchen**, **32**: 442-452.
- Nalesso, R.C.; Duarte, L.F.L.; Pierozzi, I. Jr. & Enumo, E.F. 1995. Tube epifauna of the polychaete *Phyllochaetopterus socialis* Claparède. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, **14**: 91-100.
- Nelson, W.G. 1979. Experimental studies of selective predation on amphipods: consequences for amphipod distribution and abundance. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **38**: 225-245.
- Nelson, W.G. & Demetriades, L. 1992. Peracarids associated with Sabellarid worm rock (*Phragmatopoma lapidosa*, Kinberg) at Sebastian Inlet, Florida, USA. **Journal of Crustacean Biology**, **12** (4): 647-654.
- Newell, C.R. 1990. The effects of mussel (*Mytilus edulis*, Linnaeus, 1758) position in seeded bottom patches on growth at subtidal lease sites in Maine. **Journal of Shellfish Research**, **8**: 113-118.
- Nicotri, M.E. 1980. Factors involved in herbivore food preference. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **42**: 13-26.
- Oliveira, R.P. Softwear: **Zonação 2002**. renatopo@unicamp.br

- Paine, R.T. 1974. Intertidal community structure: Experimental studies on the relationship between a dominant competitor and its principal predator. **Oecologia**, **15** (2): 93-120.
- Paine, R.T. & Levin, S.A. 1981. Intertidal landscape: disturbance and the dynamics of pattern. **Ecological Monographs**, **51**: 145-178.
- Pianka, E.R. 1994. **Evolucionary Ecology**. 5^a ed. Harper Collins College Publishers, New York, NY. 486p.
- Raffaelli, D.C. & Howkins, S. 1996. **Intertidal Ecology**. Chapman & Hall, London. 356p.
- Raimond, P.T. 1988. Rocky type affects settlement, recruitment, and zonation of the barnacle *Chthamalus anisopoma* (Pilsbury). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **123**: 253-267.
- Robles, F.R. 2003. **O banco de *Isognomon bicolor* Adams 1845: estrutura da comunidade e processo sucessional inicial**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 148 p.
- Rohde, K. 1992. Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. **Oikos**, **65**: 514-527.
- Ruffo, S. (ed.) 1982. The Amphipoda of the Mediterranean. **Mémoires de l'Institut Océanographique, Mònaco**, **13**: 1-360.
- Ruffo, S. (ed.) 1989. Part 2: The Amphipoda of the Mediterranean. **Mémoires de l'Institut Océanographique, Mònaco**, **13**: 365-575.
- Ruffo, S. (ed.) 1993. Part 3: The Amphipoda of the Mediterranean. **Mémoires de l'Institut Océanographique, Mònaco**, **13**: 577-809.
- Seapy, R.R. & Litter, M.M. 1982. Population and species diversity fluctuations in a rocky intertidal community relative to severe aerial exposure and sediment burial. **Marine Biology**, **71**: 87-96.

- Seed, R. 1996. Patterns of biodiversity in the macro-invertebrate fauna associated with mussel patches on rocky shores. **Journal of Marine Biology Association of U.K.**, **76**: 203-210.
- Serejo, C.S. 1998. Taxonomy and distribution of the family Hyalidae (Amphipoda, Talitroidea) on the Brazilian coast. **Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress**, **1**: 591-616.
- Schreider, M.J., Glasby, T.M. & Underwood, A.J. 2003. Effects of height on the shore and complexity of habitat on abundance of amphipods on rocky shores in New South Wales, Australia. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **293**: 57-71.
- Skadsheim, A. 1983. The ecology of intertidal amphipods in the Oslofjord: Distribution and responses to physical factors. **Crustaceana**, **44**: 225-244.
- Sousa, W.P. 1979. Experimental investigations of disturbance and ecological succession in a rocky intertidal algal community. **Ecological Monographs**, **49** (3): 227-254.
- Steele, D.H. 1988. What is the amphipod lifestyle? **Crustaceana**, **13**:134-1142.
- Stephenson, T.A. & Stephenson, A. 1949. The universal features of zonation between tidemarks on rocky coasts. **Journal of Ecology**, **37** : 289-305.
- Svane, I. & Setyobudiandi, I. 1996. Diversity of associated fauna in beds of the blue mussel *Mytilus edulis* L.: Effects of location, patch size, and position within a patch. **Ophelia**, **45** (1): 39-53.
- Széchy, M.T.M. 1996. **Estrutura dos bancos de Sargassum (Phaeophyta – Fucales) do litoral dos estados de Rio de Janeiro e São Paulo**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 186 p.
- Tanaka, M.O. & Duarte, L.F.L. 1998. Recruitment variation of the barnacle *Chthamalus bisinuatus* Pilsbry 1916 in a rocky shore in southeast Brazil. **Bulletin of Marine Science**, **62**: 285-292.

- Tararam, A.S. & Wakabara, Y. 1981. The Mobile Fauna – Especially Gammaridea – of *Sargassum cymosum*. **Marine Ecology Progress Series, 5** : 157-163.
- Tararam, A.S., Y. Wakabara & F.P.P. Leite 1986. Vertical distribution of amphipods living on algae of Brazilian intertidal rocky shore. **Crustaceana, 51**: 183-187.
- Taylor, R.B.; Blackburn, R.I. & Evans, J.H. 1995. A portable battery-powered suction devise for the quantitative sampling of small benthic invertebrates. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 194** (1) : 1-7.
- Ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysi. **Vegetatio, 69** : 69-77.
- Ter Braak, C.J.F. & Smilauer, P. 1998. **CANOCO**. Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: software for canonical community ordination (version 4). Ithaca, NY: Microcomputer Power.
- Thompson, R.C.; Wilson, B.J.; Tobin, M.L.; Hill, A.S. & Hawkins, S.J. 1996. Biological generated habitat provisioning and diversity of rocky shore organisms at hierarchy spatial scales. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 202**: 73-84.
- Tsuchiya, M. & Nishihira, M. 1986. Islands of *Mytilus edulis* as a habitat for small intertidal animals: effect of *Mytilus* age structure on the species composition of the associated fauna and community organization. **Marine Ecology Progress Series, 31**: 171-178.
- Underwood, A.J. 1981. Structure of a rocky intertidal community in the New South Wales: patterns of vertical distribution and seasonal changes. **Journal of Experimental Marine biology and Ecology, 51**: 57-85.
- Vader W. & G. Krapp-Schickel 1996. Redescription and biology of *Stenothoe brevicornis* Sars (Amphipoda: Crustacea), an obligate associate of the sea anemone *Actinostola callosa* (Verrill). **Journal of Natural History, 30** (1): 51-66.

- Valério-Berardo, M.T. & Flynn, M.N. 2002. Composition and seasonality of an amphipod community associated to the algae *Bryocladia trysigera*. **Brazilian Journal of Biology**, **62** (4a): 735-742.
- Walters, J.L. & Wethey, D.S. 1996. Settlement and early post-settlement survival of sessile marine invertebrates on topographically complex surfaces: the importance of refuge dimensions and adult morphology. **Marine Ecology Progress Series**, **137**: 161-171.
- Wakabara, Y.; Tararam, A.S. & Takeda, A.M. 1983. Comparative study of the amphipod fauna living on *Sargassum* of two Itanhaém shores, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, **3** (4): 602-607.
- Wu, R.S.S. 1980. Effects of crowding on the energetics of the barnacle *Balanus glandula* Darwin. **Canadian Journal of Zoology**, **58**: 559-566.
- Young, C.M. & Gotelli, N.J. 1988. Larval predation by barnacles: effects of patches colonization in a shallow subtidal community. **Ecology**, **69** : 624-634.