DIEGO BASILIO FERNÁNDEZ

DISTRIBUIÇÃO DE COPEPODA (CRUSTACEA) NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO (ASPSP): VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia e Zoologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientadora: Prof. Dra. Andrea Santarosa Freire.

FLORIANÓPOLIS-SC

2010

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

"Distribuição de Copepoda (Crustacea) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP): variação temporal e espacial"

Por

Diego Basilio Fernández

Dissertação julgada e aprovada em sua forma final pelos membros titulares da Banca Examinadora (Port. 09/PPGECO/2010) do Programa de Pós-Graduação em Ecologia - UFSC, composta pelos Professores Doutores:

Banca Examinadora:

Profa. Dra. **Andrea Santarosa Freire** (Orientadora/Presidente)

Prof. Dr. **José Guilherme Bersano Filho** (CEM-UFPR)

Prof. Dr. **Paulo Roberto Pagliosa Alves** (UFSC)

Prof. Dr. **Mauricio Mello Petrucio**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Florianópolis, 31 de maio de 2010.

AGRADECIMENTOS

À Andrea, minha orientadora, pela confiança depositada em mim, antes e durante o mestrado. Obrigado pela oportunidade de voltar ao trabalho com estes fascinantes bichinhos.

Aos companheiros do Laboratório de Crustáceos e Plâncton (Luis, Manu, Babi, Lia, Edson, Matheus, Jana, Ju, Mara, Gala, Mari T., Mari A.), obrigado pela convivência e o clima de amizade e alegria. Aos que participaram das coletas e a triagem das amostras.

Ao Luis, pelo companheirismo e sua disposição a sempre ajudar, pela confecção dos mapas e plotagem dos pontos de coleta, pela ajuda com os programas de estatística e Primer.

Principalmente, um especial agradecimento a minha família, Yasmín, Diego e Matías. Agradeço a compreensão pelos momentos de ausência e de estresse.

Aos seres sacrificados na realização deste estudo.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas	ii
Lista de Figuras	iii
Resumo	v
Abstract	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAIS E MÉTODOS	4
2.1.ÁREA DE ESTUDO	4
2.2. AMOSTRAGEM E PROCESSAMENTO	7
2.3. ANÁLISE DE DADOS	9
3. RESULTADOS	11
3.1. PARÂMETROS AMBIENTAIS	11
3.2. COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE COPÉPODES	12
4. DISCUSSÃO	29
ESTUDOS FUTUROS	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
6. ANEXO.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista das espécies encontradas no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Classificação baseada em Martin & Davis (2001) e no Integrated Taxonomic Information System (ITIS www.itis.gov). 13

Tabela 2. Abundância (média, desvio padrão, máximo e mínimo) das espécies de Copepoda (ind. m^{-3}), freqüência de ocorrência e abundância relativa no Arquipélago de São Pedro e São Paulo nos 4 meses amostrados. 14

Tabela 3. Resultados da Análise de Espécies Indicadoras realizada com os grupos observados no Dendrograma da Figura 12. 22

Tabela 4. MANOVA para o estudo do efeito combinado do mês e da distância de amostragem, sob as abundâncias de copépodes coletados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo em quatro meses diferentes (Abril, Agosto e Novembro de 2003, e Março de 2004) e em 3 classes de distâncias (D1: < 500, D2: 500 – 1500 e D3: > 1500 m). Teste realizado para os períodos diurno e noturno. Os dados foram normalizados por transformação logarítmica, log(x+1); gl: graus de liberdade; F: prova de Fisher; P: probabilidade. 25

Tabela 5. Quadro comparativo da abundância de copépodes entre regiões costeiras e oceânicas e o Arquipélago de São Pedro e São Paulo. 30

Tabela 6. Data e horário das coletas. (Hora local no ASPSP) 40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) em relação às demais ilhas oceânicas, costa da América do Sul e da África. Autor: Luis Carlos Pinto de Macedo-Soares. 5

Figura 2. Mapa do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) mostrando a localização das ilhotas, da enseada, do farol e da estação científica. Autor: Luis Carlos Pinto de Macedo-Soares. 5

Figura 3. Representação esquemática das correntes do Atlântico Sul acima de 100 m: Corrente das Malvinas (CF); Corrente do Brasil; Corrente do Atlântico Sul; Corrente das Agulhas (CA) e sua retroflexão; Corrente de Benguela; Corrente Sul Equatorial (CSE), com as ramificações norte (CSEN), equatorial (CSEE), central (CSEC) e sul (CSES); Contra Corrente Sul Equatorial (CCSE); Sub-Corrente Sul Equatorial (SCSE); Giro de Angola; Sub-Corrente Equatorial (SCE); Corrente Norte do Brasil (CNB); Contra Corrente Norte Equatorial (CCNE); e Corrente da Guiné (CG). Modificado de Stramma & England (1999). 6

Figura 4. Localização dos 72 pontos amostrais ao redor do arquipélago ao longo das 4 expedições, mostrando as isobatas. Os círculos tracejados indicam as classes de distância utilizadas nas análises (Autor: Luis Carlos Pinto de Macedo-Soares) 8

Figura 5. Temperatura e Salinidade superficiais do mar (médias e desvio padrão) registradas nos quatro meses amostrados e nos períodos diurno e noturno no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. (n = 9 leituras para cada ponto do gráfico). 11

Figura 6. Comparação da abundância (média e erro padrão) de copépodes nos períodos diurno e noturno para os diferentes meses de coleta. 16

Figura 7. Distribuição espacial de copépodes adultos no ASPSP para todos os meses amostrados, no período diurno e noturno. 16

Figura 8. Distribuição espacial de Copepoditos no ASPSP para todos os meses amostrados, no período diurno e noturno. 17

Figura 9. Distribuição espacial de *Farranula gracilis* no ASPSP para todos os meses amostrados, no período diurno e noturno. 17

Figura 10. Distribuição espacial de *Oncaea venusta* no ASPSP para todos os meses amostrados, no período diurno e noturno. 18

Figura 11. Distribuição espacial de *Paracalanus* sp no ASPSP para todos os meses amostrados, no período diurno e noturno. 18

Figura 12. Abundância (média e erro padrão) das espécies de Copepoda encontradas no Arquipélago de São Pedro e São Paulo nos 4 meses estudados. Cada conjunto de gráfica na horizontal mostra escalas de abundância diferentes. Para as espécies que mostraram diferença significativa (Tab. 3), letras iguais representam médias significativamente (P < 0,05) equivalentes. 20

Figura 13. Abundância (média e erro padrão) das espécies de Copepoda encontradas no Arquipélago de São Pedro e São Paulo nas 3 classes de distâncias amostradas. Cada conjunto de gráfica na horizontal mostra escalas de abundância diferentes. Para as espécies que mostraram diferença significativa (Tab. 3), letras iguais representam médias significativamente (P < 0,05) equivalentes. 21

Figura 14. Dendrograma de agrupamento de amostras (modo Q), realizado com a média das réplicas e com os 17 taxa identificados. Coeficiente de distância: similaridade de Bray-Curtis; método de agrupamento: média por grupo.(N: noite, D: dia; 1, 2,3: distâncias < 500 m, 500-1500 m e >1500 m, respectivamente) 23

Figura 15. Diagrama da Análise Não- paramétrica de Ordenamento Multidimensional MDS realizado com a média das réplicas e com as 17 espécies de copépodes encontradas durante os meses de amostragem. D: dia; N: noite. 23

Figura 16. Diagrama fatorial resultante da Análise de Correspondência Canônica (ACC) para o período noturno mostrando a distribuição das espécies de copépodes encontradas, em função dos meses, valores de temperatura, salinidade, batimetria e distância em relação ao ASPSP. 26

Figura 17. Diagrama fatorial resultante da Análise de Correspondência Canônica (ACC) para o período diurno mostrando a distribuição das espécies de copépodes encontradas, em função dos meses, valores de temperatura, salinidade, batimetria e distância em relação ao ASPSP. 27

RESUMO

Os copépodes são o componente mais abundante do zooplâncton e têm um papel muito importante na transferência de energia desde a produção primaria até os níveis superiores da teia trófica. Neste trabalho, a partir de coletas de 4 expedições (abril, agosto e novembro de 2003 e março de 2004) foi analisada a variabilidade temporal e espacial na distribuição e abundância de copépodes no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP). Foi analisado um total de 72 amostras sub superficiais, correspondentes a 9 amostras diurnas e 9 noturnas para cada mês de amostragem, em um gradiente de distâncias ao redor do arquipélago (142 a 2745 m). Foram identificadas 12 espécies e 5 gêneros de copépodes, dos quais o mais abundante foi *Farranulla gracilis* (90,1 ind. m^{-3}). Apesar da uniformidade da temperatura superficial do mar, foram verificadas diferencias significativas na abundância de copépodes entre o período diurno e noturno e os meses de amostragem. O dendrograma e o diagrama de escalamento não paramétrico multidimensional indicam que os copépodes estão divididos em grupos diurnos e noturnos. A análise de correspondência canônica mostra que o período do dia foi a variável ambiental que mostrou maior correlação com a distribuição de copépodes. Apesar da oligotrofia das águas oceânicas que rodeiam o arquipélago, a abundância de copépodes se mostrou similar à encontrada na costa nordeste brasileira e na costa oeste africana, sendo uma evidencia para a presença do efeito-ilha no arquipélago. No entanto, para verificar a existência do fenômeno no ASPSP, serão necessários estudos com maior amplitude de distâncias de amostragem, permitindo também conhecer a amplitude da influência do arquipélago na região.

Palavras-chaves: Copépodes. Distribuição. Efeito-ilha. Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP).

ABSTRACT

Copepods are the most abundant components of the zooplankton, and play a main role in the transfer of energy from primary production to higher levels of the food web. In this work, temporal and spatial variation in the distribution and abundance of copepods was assessed among 4 months (April, August, November 2003, and March 2004) at Arquipélago de São Pedro e São Paulo. A total of 72 sub surface zooplankton samples collected during day and night periods, with 9 samples per period and for every month sampled, in increasing distances around the archipelago (142 to 2745 m) were analyzed. Twelve species and 5 genera were identified, of which the most abundant was *Farranula gracilis* (90,1 ind. m^{-3}). Despite the uniformity in sea superficial temperature, significant differences on copepods abundance were verified between months, and period of the day. Cluster and non-metric multidimensional scaling analysis indicated that copepods were divided into day and night assemblages. Canonical correspondence analysis showed that period of the day was the environmental variable that presented significant correlation with the distribution of copepods. Although surrounded equatorial oceanic waters are known as oligotrophic waters, copepods abundance were similar to that registered in northeast Brazilian shelf and equatorial African west coast. This fact suggests the occurrence of the island-effect in the archipelago. Nevertheless, in order to observe the existence of the phenomenon, more studies will be necessary with a wider sampling extension, assessing the influence of the archipelago in the region.

Key-words: Copepods. Distribution. Island-effect. Saint Peter and
Saint Paul Archipelago.

1. INTRODUÇÃO

Um dos componentes de maior abundância em amostras de plâncton é o grupo Copepoda (Bradford-Grieve et al., 1999, Milne-Edwards, 1840), pequenos crustáceos em sua maioria marinhos, que se alimentam principalmente de fitoplâncton. São componentes da dieta de muitos animais aquáticos, constituindo um elo fundamental entre a produção primária e os níveis mais altos da teia trófica (Mann & Lazier 1991; Webber & Roff 1995; Hopcroft & Roff 1996, 1998; Ruppert & Barnes, 1996; Berasategui et al., 2005). Os copépodes constituem uma parte considerável da alimentação de vários peixes com importância económico-pesqueira como atuns, cavalas, dourados, anchoveta, sardinha, arenque e outros (Björnberg, 1981; Campos & Suárez, 1994; Rissik et al., 1997; Champalbert et al., 2005). Kiørboe (1991) indica que a máxima produção de copépodes como alimento potencial para as larvas de peixes planctívoros acontece na associação a descontinuidades oceanográficas (como frentes oceânicas e ressurgência).

Através de sua extensiva migração vertical nictimeral e sazonal, os animais do zooplâncton disponibilizam parte da energia desde a zona fótica até os estratos mais profundos (Longhurst & Williams, 1992), regenerando nutrientes e exportando material biogênico para as populações bênticas (Macedo-Soares et al., 2009). O grupo mais proeminente de animais neste fluxo de energia é Copepoda, particularmente os estágios mais velhos (Thorisson, 2006). Muitos copépodes migram verticalmente, possivelmente para evadir a predação (Bollens & Frost, 1989) e podem ser encontrados a diferentes profundidades a diferentes horas do dia, em diferentes estações do ano, a diferentes latitudes, e a diferentes estágios de desenvolvimento (Bradford-Grieve et al., 1999; Bradford-Grieve et al., 2001).

Regiões temperadas e subtropicais apresentam grande variação sazonal de biomassa zooplanctônica, em função da variação de temperatura, luz, migração vertical e disponibilidade de alimento (Bradford-Grieve et al., 2001). No entanto, existem zonas como o sistema da corrente de Humboldt da costa do Chile onde, devido à existência de zonas de ressurgência costeira, ativas durante todo o ano com uma alta produção de fitoplâncton, o crescimento de copépodes é continuo (Fernández et al., 2002), onde nem fenômenos como *El Niño* afetariam sua produtividade (Escribano et al., 2002). Por outro lado, regiões oceânicas tropicais apresentam como regra uma baixa produtividade primária (Thurman & Burton, 2001), mas existem áreas, como ilhas oceânicas, nas quais a produtividade se vê incrementada devido a eventos de ressurgência (Champalbert et al., 2005) ou ao denominado efeito-ilha

(Dower & Mackas, 1996; Hernández-Léon et al., 2001; Hernández-León, 1991; Palacios, 2002), provocando um aumento das cadeias alimentares marinhas (Caldeira et al., 2002). O efeito-ilha ou “island-mass effect” (Doty & Oguri, 1956), ou ainda “island stirring” (Mann & Lazier, 1991), é uma alteração topográfica do fluxo oceânico causado por uma ilha e seu efeito sobre o ecossistema marinho (Caldeira et al., 2002). Este fenômeno tem sido historicamente estudado em relação ao aumento de clorofila e produção primária e, mais recentemente, em relação ao aumento da densidade de larvas de peixes e as conseqüências para a pesca local, sendo escassos os estudos de zooplâncton (Hernández-Léon et al., 2001).

O ASPSP situa-se entre os dois hemisférios e entre os continentes africano e americano. Essa posição geográfica estratégica faz que exerça uma forte influência no ciclo de vida de várias espécies migratórias, que utilizam a região como zona de alimentação e reprodução (Campos et al., 2005; Vaske Jr. et al., 2005). Encontra-se na rota migratória de cardumes de grandes peixes pelágicos (Pinto et al., 2002; Vaske Jr. et al., 2003) de alto valor econômico, como a albacora lage (*Thunnus albacares*). Constitui ademais, uma importante área pesqueira da Zona Econômica Exclusiva no Nordeste do Brasil (Campos et al., 2005), sendo uma área de concentração de espécies comercialmente importantes, como atuns e cavalas, dourados, agulhões e espadarte, e recifais como pargo e cioba, peixes-serra e xaréus, e forrageiras como peixes-voadores, agulhinhas e peixes-agulha (Lessa et al., 1999; Lessa et al., 2001). Caracteriza-se, também, como uma área de grande relevância do ponto de vista de conservação da biodiversidade (Campos et al., 2005).

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo é classificado como verdadeiramente oceânico, não havendo conexão à plataforma continental (Whittaker, 1998). A alta concentração de atividades pesqueiras num local tão afastado do continente e no meio do oceano que é considerado oligotrófico, faz supor a presencia no local do fenômeno efeito-ilha, devido a que regiões que circundam as ilhas oceânicas podem apresentar um aumento da biomassa planctônica e, conseqüentemente, das cadeias alimentares marinhas e do potencial pesqueiro perto nestas áreas (Dower & Mackas, 1996; Hernández-Léon et al., 2001; Palacios, 2002).

Contudo, apesar da sua relevância ecológica, relativamente pouca atenção tem sido dada ao estudo do plâncton na região do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), mesmo com a recente implantação da Estação Científica. Portanto, o conhecimento da estrutura e padrões de distribuição é um passo essencial para compreender a ecologia trófica da região e gerar ferramentas para o correto manejo e conservação deste ecossistema, permitindo uma exploração sustentável dos recursos biológicos.

Como as ilhas oceânicas propiciam regiões de alimentação e abrigo no oceano, a abundância de copépodes ao redor do arquipélago deveria aumentar em relação ao oceano aberto, considerando as suas condições oligotróficas, e mostrando ainda um gradiente de diminuição da abundância quanto mais afastado do arquipélago a amostragem. Ademais, devido à homogeneidade de temperatura e salinidade no local, não deveria existir variação temporal na abundância e composição de copépodes planctônicos no Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

Tendo isto em consideração, esta tese tem o propósito de estudar os copépodes presentes no Arquipélago de São Pedro e São Paulo contribuindo com informações para a ecologia de comunidades pelágicas na região. O trabalho objetiva verificar a influencia de variáveis abióticas na variação temporal e espacial da abundância e composição de copépodes no ASPSP, discutindo se a variação espacial da abundância de copépodes é indicativa do Efeito-ilha no local.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) (00º 55’ N, 29º 21’ W) é uma área de grande importância econômica e biológica, mas ainda pouco conhecida. É um dos menores e mais isolado grupo de ilhas oceânicas no mundo (Feitoza et al., 2003). É formado por um pequeno grupo de dez ilhotas e várias pontas de rochas, originado pelo soerguimento do manto sub-oceânico, resultante da fratura transversal da Cordilheira Meso-Atlântica, que se eleva de profundidades abissais de aproximadamente 4.000 m até poucos metros acima da superfície (Edwards & Lubbock, 1983a, 1983b; Feitoza et al., 2003). Tem uma área emersa de cerca de 17.000 m^2, distribuídos num círculo de 420 m de diâmetro (Viana et al., 2008). O relevo submarino exibe elevações alongadas, com declive suave na direção leste-oeste e forte declividade na direção norte-sul. Localiza-se a cerca de 1.000 km da costa brasileira, cerca de 1.800 km da costa africana e 500 km de Fernando de Noronha, que é o arquipélago mais próximo (Fig. 1). Suas quatro maiores ilhotas (Belmonte, São Paulo, São Pedro e Barão de Teffé) estão separadas por pequenos canais, formando entre si uma enseada em forma de ferradura com profundidade entre 4 e 25 metros (Feitoza et al., 2003) (Fig. 2). Na ilhota Belmonte, que apresenta a maior área emersa e também o ponto mais alto do arquipélago (18 m sob o nível do mar) (Campos et al., 2005) foram construídos um farol e uma estação científica, que abriga os pesquisadores que participam do programa de pesquisas científicas no local (Fig. 2).

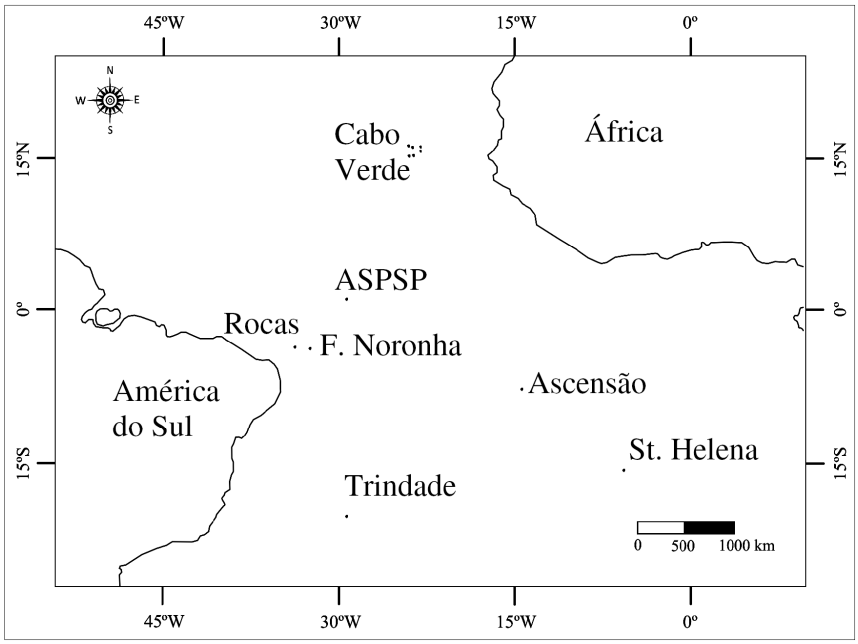

Figura 1. Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) em relação às demais ilhas oceânicas, costa da América do Sul e da África. Autor: Luis Carlos Pinto de Macedo-Soares.

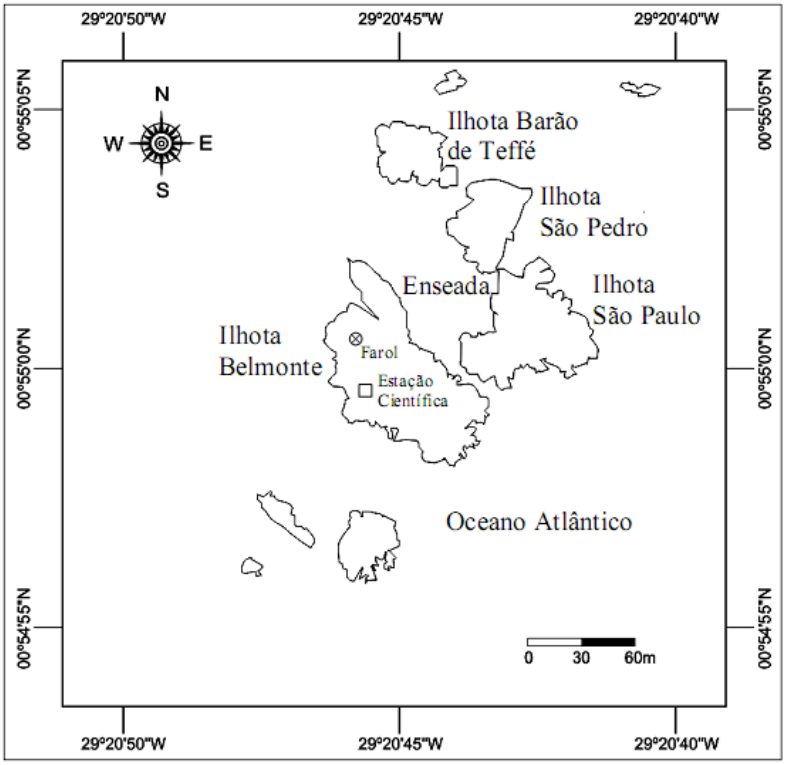

Figura 2. Mapa do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) mostrando a localização das ilhotas, da enseada, do farol e da estação científica. Autor: Luis Carlos Pinto de Macedo-Soares.

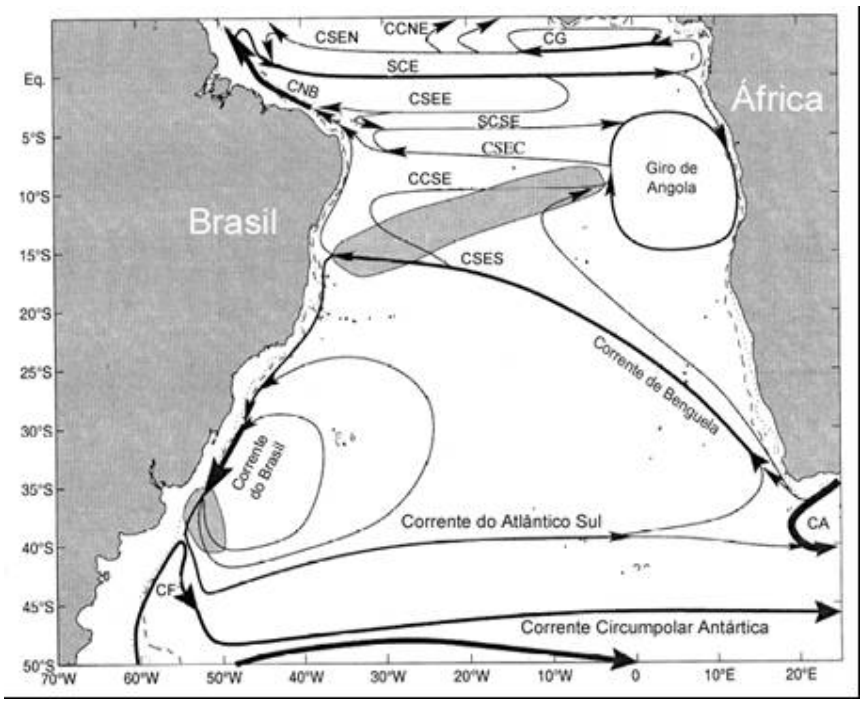

Figura 3. Representação esquemática das correntes do Atlântico Sul acima de 100 m: Corrente das Malvinas (CF); Corrente do Brasil; Corrente do Atlântico Sul; Corrente das Agulhas (CA) e sua retroflexão; Corrente de Benguela; Corrente Sul Equatorial (CSE), com as ramificações norte (CSEN), equatorial (CSEE), central (CSEC) e sul (CSES); Contra Corrente Sul Equatorial (CCSE); Sub-Corrente Sul Equatorial (SCSE); Giro de Angola; Sub-Corrente Equatorial (SCE); Corrente Norte do Brasil (CNB); Contra Corrente Norte Equatorial (CCNE); e Corrente da Guiné (CG). Modificado de Stramma & England (1999).

O arquipélago de São Pedro e São Paulo é banhado superficialmente pela Corrente Sul Equatorial (CSE) (Fig. 3), que flui para o oeste e alcança velocidades de até 1,56 m s^{-1} ao passar pelo arquipélago (Edwards & Lubbock, 1983b). Também se situa no caminho da Sub-Corrente Equatorial (SCE) (Fig. 3) que flui no sentido leste em profundidades entre 40 e 150 m e velocidade média de 0,69 m s^{-1}, podendo atingir a superfície em determinadas épocas do ano (Stalcup & Parker, 1965), ou ao encontrar a parte submersa do arquipélago. Ela sofre uma variação sazonal na profundidade, movendo-se em direção ao fundo durante o inverno e a primavera e em direção à superfície durante o verão e o outono. Katz et al. (1981) explicam que este fenômeno é o resultado do relaxamento da força dos ventos alísios e da existência de um gradiente de pressão no sentido leste. A SCE cruza todo o Atlântico, diminuindo sua força na direção leste (Stramma & Schott, 1999). Desta forma, o ASPSP recebe águas vindas tanto da parte leste quanto da parte oeste do Atlântico. O ASPSP está inserido no clima tropical úmido com a estação seca ocorrendo entre setembro e fevereiro e a chuvosa, de março e

agosto (Ekau & Knoppers, 1999), sendo o maior valor da precipitação mensal acumulada em abril (Skielka et al., 2006). A direção do vento no arquipélago é predominantemente de sudeste, exceto entre fevereiro e abril quando a média mensal apresenta componente de nordeste (Skielka et al., 2006).

O ASPSP foi transformado em Área de Proteção Ambiental (APA) pelo DECRETO Nº 92.755, de 5 de junho de 1986. A Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) aprovou em 1996 o Programa Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Pró-Arquipélago), criando o grupo de trabalho permanente (GT Arquipélago) visando sua ocupação física e, assim, garantindo a soberania nacional de 200 milhas náuticas ao redor do mesmo, aumentando em 450 mil km² a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira (Burgos et al., 2009).

2.2. AMOSTRAGEM E PROCESSAMENTO

As amostras de plâncton foram realizadas nos meses de Abril, Agosto e Novembro de 2003, e Março de 2004. Para cada mês de coleta foram realizadas 9 amostragens durante um dia e 9 durante uma noite, em horários entre 9h18min a 12h, e 19h a 21h22min, respectivamente (hora local, anexo 1). Em cada mês de coleta as amostras foram obtidas, em pontos selecionados ao acaso, em diferentes distâncias da maior ilha, não necessariamente seguindo a mesma coordenada geográfica em cada mês (Fig. 4). Ao serem plotados os pontos de coleta de acordo as suas coordenadas geográficas, foi possível determinar as distâncias exatas de cada ponto ao redor do arquipélago, entre 142 e 2.745m (Fig. 4). Assim, considerou-se 3 classes de distâncias ao redor do arquipélago, a partir do farol da Ilha Belmonte: D1 < 500 m, D2 de 500 a 1500 m e D3 > 1500 m (Fig. 4). A plotagem das coordenadas geográficas e verificação da distância de cada ponto de coleta em relação ao arquipélago foram realizadas através dos softwares GPS TrackMaker e Golden Software Surfer 8.

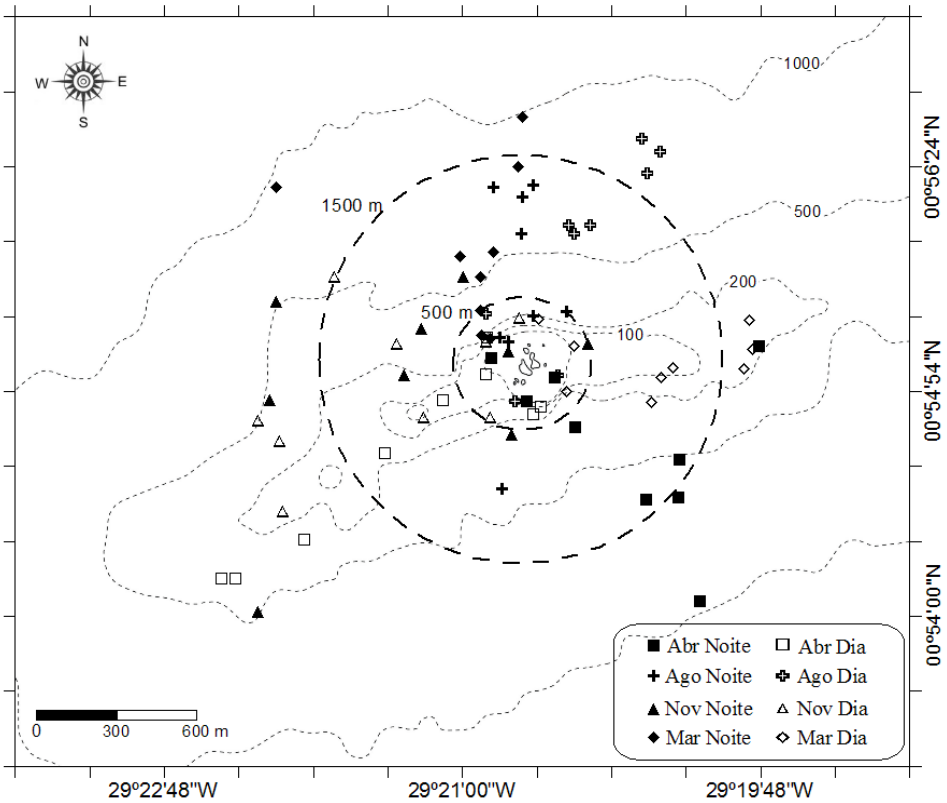

Figura 4. Localização dos 72 pontos amostrais ao redor do arquipélago ao longo das 4 expedições, mostrando as isobatas. Os círculos tracejados indicam as classes de distância utilizadas nas análises (Autor: Luis Carlos Pinto de Macedo-Soares)

Para cada ponto de coleta foram obtidos dados referentes à Latitude e Longitude (GPS), temperatura superficial do mar (termômetro, ± 0,1 °C) e salinidade (refratômetro, ± 0,5 ‰).

Foram realizados arrastos de plâncton horizontais e sub superficiais, utilizando uma rede cônico-cilíndrica de 50 cm de diâmetro, 200 µm de malha com fluxômetro General Oceanics® acoplado, com duração de 5 a 10 minutos cada e realizados a uma velocidade aproximada de 2 nós em embarcação pesqueira com aproximadamente 16 m de comprimento e 5 m de largura.

O material coletado foi fixado em formaldeído 4% tamponado com bórax e acondicionado em frascos plásticos devidamente etiquetados. As amostras foram triadas no Laboratório de Crustáceos e Plâncton da Universidade Federal de Santa Catarina, utilizando-se microscópio estereoscópico. O grupo Copepoda foi sempre muito abundante, sendo triado após a subamostragem das amostras. Para tal, se levou a amostra a um volume conhecido (500 ou 800 mL) e logo com a utilização de uma concha de volume interno de 10 mL (Russell,

1931), se extraiu a subamostra para triagem de no mínimo 100 indivíduos (Frontier, 1981). Este grupo foi identificado e quantificado até o nível de espécie ou gênero.

2.3. ANÁLISE DE DADOS

A abundância dos copépodes, copepoditos e espécies dominantes foi sobreposta ao mapa da amostragem para representar a sua distribuição espacial, utilizando o software Surfer(R) 7.0 (2002).

A análise de agrupamento foi utilizada para verificar a similaridade entre as amostras, utilizando-se a média dos dados sem transformar e organizados nas classes de distâncias descritas anteriormente. A similaridade das amostras foi calculada através da distância de Bray-Curtis e o agrupamento foi realizado pelo método da média ponderada (Valentin, 2000). O dendrograma em modo Q foi elaborado no programa PRIMER 6 Beta (Clarke & Gorley, 2006).

Para representar visualmente qualquer diferença, foi realizada uma análise de ordenação das amostras por escalonamento multidimensional MDS (Clarke, 1993) utilizando-se o programa PRIMER 6 Beta, para verificar se os mesmos grupos eram formados e se seria possível dividir o agrupamento em um maior número de grupos. Os dados não foram transformados para nenhuma destas análises. O stress, que varia de 0 a 1, expressa o quanto a configuração representa os dados. A configuração que melhor se ajusta aos dados é a que apresenta menor valor de stress (Kruskal, 1964). Ao apresentar valor de stress $< 0,2$ o MDS deve ser combinado com o cluster, verificando-se a adequação e consistência mútua de ambas as representações (Clarke & Warwick, 2001).

Para verificar a existência de diferenças significativas na composição da fauna dos grupos formados na análise de agrupamento, foi realizada uma análise de similaridade ANOSIM uni-fatorial (Clarke, 1993), através do programa PRIMER 6 Beta.

Em seguida, com os grupos formados no dendrograma modo Q, foi realizada uma análise de espécies indicadoras ISA com os grupos que foram considerados significativamente diferentes ($p < 0,05$), para verificar se algum taxa poderia ser considerado indicador de determinado grupo. Para esta análise foi utilizado o programa PC-ORD (McCune & Mefford, 1999).

A fim de verificar o efeito dos fatores distância, data e período do dia (nictimeral) na abundância de copépodes, foi usada uma análise de variância MANOVA utilizando o

programa Statistica 7 (StatSoft, 2005). Os dados biológicos foram transformados em log (x+1) para atender as premissas da ANOVA. Quando um fator com mais de dois níveis foi identificado como significativo ($P < 0,05$), foi conduzido um teste Tukey de comparação de pares *a posteriori*

Para avaliar a influência das variáveis ambientais, do mês de amostragem, da batimetria, e da distância dos pontos amostrais com relação ao arquipélago, e da variação nictimeral na abundância de copépodes, foi realizada a Análise de Correspondência Canônica (ACC). O programa utilizado foi o Canoco for Windows. Os dados biológicos foram transformados em raiz quadrada.

3. RESULTADOS

3.1. PARÂMETROS AMBIENTAIS.

A temperatura superficial do mar foi em média de 28,2ºC em abril, 26,5ºC em agosto, 26,4°C em novembro e 28,3°C em março (Fig. 5). A salinidade média foi de 37,6‰ em março e 36,0‰ em abril; em agosto e novembro a média foi de 37,0‰ (Fig. 5).

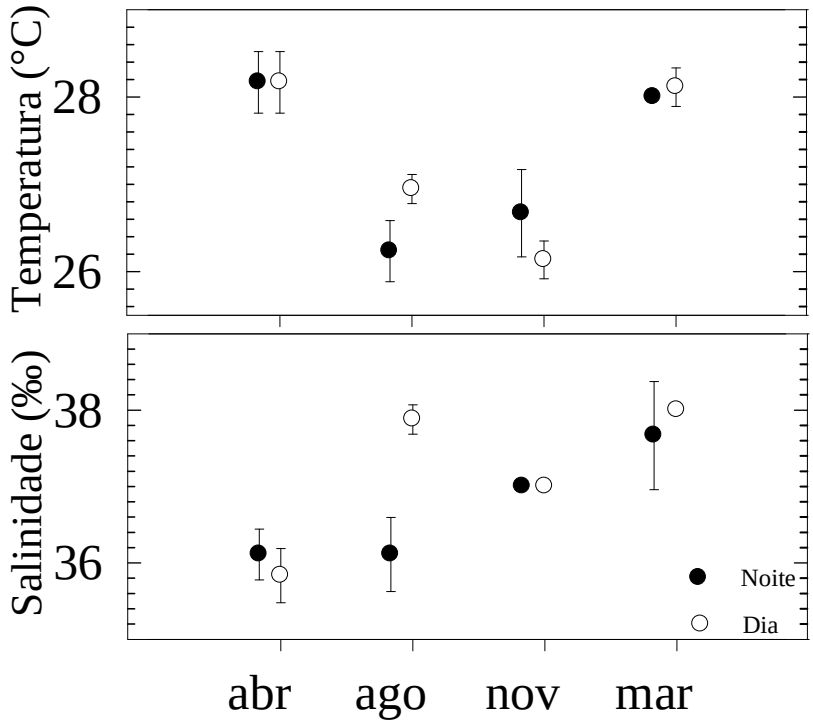

Figura 5. Temperatura e Salinidade superficiais do mar (médias e desvio padrão) registradas nos quatro meses amostrados e nos períodos diurno e noturno no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. (n = 9 leituras para cada ponto do gráfico).

3.2. COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE COPÉPODES

O volume médio de água filtrada pela rede em todas as amostras foi de 42,9 ± 15,5 m³.Foi analisado um total de 15.794 exemplares adultos de copépodes triados das amostras obtidas durante os 4 meses estudados. Foram determinadas 12 espécies de copépodes e 5 gêneros, estando representadas as principais ordens de Copepoda (Tab. 1), com 8 Calanoideos, 1 Ciclopoideo, 2 Harpacticoideos e 6 Poecilostomatoideos. No período de estudo a abundância total foi de 16.512 ind. m^{-3} (Tab. 2), encontrando-se também uma grande abundância de estágios copepoditos (total 13.122 ind. m^{-3}), que não foram considerados nas análises já que não foram identificados ao nível de espécie ou gênero. O mês com maior quantidade de copépodes foi Abril, com um total de 5.481,49 ind. m^{-3}(Tab. 2). O padrão de distribuição com maiores abundâncias durante a noite se viu alterado no mês de novembro (Fig. 6), onde a concentração de organismos foi menor durante a noite (Fig. 6)

As figuras 7, 8, 9, 10 e 11, mostram a distribuição espacial para todos os meses de amostragem, no período diurno e noturno de adultos, copepoditos, *Farranula gracilis*, *Oncaea venusta*, e *Paracalanus* sp., respectivamente. A distribuição espacial de adultos (Fig. 7), que corresponde a somatória de todos as espécies encontradas, mostrou os maiores níveis de abundância para as distâncias perto do arquipélago, mas a sua distribuição é homogênea ao redor do arquipélago. No caso dos copepoditos, se observou picos de abundância em todas as classes de distância, com uma tendência a maiores valores no lado oeste das ilhas durante o dia, nas maiores distâncias (Fig. 8). *Farranula gracilis* não mostrou nenhuma tendência clara de distribuição, encontrando picos de abundância em todas as classes de distância (Fig. 9). *Oncaea venusta* e *Paracalanus* sp. mostraram maiores abundâncias perto do arquipélago (Fig. 10 e 11).

Tabela 1. Lista das espécies encontradas no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Classificação baseada em Martin & Davis (2001) e no Integrated Taxonomic Information System (ITIS www.itis.gov).

Reino ANIMALIA
- Filo ARTROPODA
  - Sub Filo CRUSTACEA Brünnich, 1772
    - Classe MAXILLOPODA Dahl, 1956
      - Sub Classe COPEPODA Milne-Edwards, 1840
        - Infraclasse Neocopepoda Huys & Boxshall, 1991
          - Superordem Gymnoplea Giesbrecht, 1882
            - Ordem Calanoida Sars, 1903
              - Família Calanidae Dana, 1846
                - Gênero *Undinula* A. Scott, 1909
                - ***Undinula vulgaris*** (Dana, 1849)
                - Gênero *Neocalanus* G. O. Sars, 1925
                - ***Neocalanus gracilis*** (Dana, 1849)
                - ***Neocalanus robustior*** (Giesbrecht, 1888)
                - Gênero *Nannocalanus* G. O. Sars, 1925
                - ***Nannocalanus minor*** (Claus, 1863)
              - Família Candaciidae Giesbrecht, 1893
                - Gênero *Candacia* Dana, 1846
                - ***Candacia pachydactyla*** (Dana, 1849)
              - Família Euchaetidae Giesbrecht, 1893
                - Gênero *Euchaeta* Philippi, 1843
                - ***Euchaeta media*** Giesbrecht, 1888
              - Família Paracalanidae Giesbrecht, 1893
                - Gênero *Paracalanus* Boeck, 1865
                - ***Paracalanus sp.***
                - Gênero *Calocalanus* Giesbrecht, 1888
                - ***Calocalanus sp.***
          - Superordem Podoplea Giesbrecht, 1882
            - Ordem Cyclopoida Burmeister, 1834
              - Família Oithonidae Dana, 1852
                - Gênero *Oithona* Baird, 1843
                - ***Oithona sp.***
            - Ordem Harpacticoida Sars, 1903
              - Família Miraciidae Dana, 1846
                - Gênero *Macrosetella* A. Scott, 1909
                - ***Macrosetella gracilis*** (Dana, 1847)
                - Gênero *Miracia* Dana, 1846
                - ***Miracia efferata*** Dana, 1849
            - Ordem Poecilostomatoida Thorell, 1859
              - Família Corycaeidae Dana, 1852
                - Gênero *Farranula* C. B. Wilson, 1932
                - ***Farranula gracilis*** (Dana, 1849)
                - Gênero *Corycaeus* Dana, 1846
                - ***Corycaeus speciosus*** Dana, 1849
                - ***Corycaeus furcifer*** Claus, 1863
                - ***Corycaeus sp.***
              - Família Oncaeidae Giesbrecht, 1893
                - Gênero *Oncaea* Philippi, 1843
                - ***Oncaea venusta*** Philippi, 1843
              - Família Sapphirinidae Thorell, 1860
                - Gênero *Sapphirina* J. Thompson, 1830
                - ***Sapphirina sp.***

Tabela 2. Abundância (média, desvio padrão, máximo e mínimo) das espécies de Copepoda (ind. m^{-3}), freqüência de ocorrência e abundância relativa no Arquipélago de São Pedro e São Paulo nos 4 meses amostrados.

	Abril						Agosto					
	Média	DP	Máx	Mín	F.O.	%	Média	DP	Máx	Mín	F.O.	%
Farranula gracilis	108,2	112,8	384,1	18	100	35,5	73,9	43,2	190,4	23,7	100	31
Oncaea venusta	49,9	38,9	134,3	4,5	100	16,4	77,4	53,3	230,5	20,7	100	32,5
Macrosetella gracilis	4,6	6	23,5	0	72,2	1,5	1,1	2,4	10	0	33,3	0,5
Candacia pachydactyla	0,6	1,3	4,1	0	22,2	0,2	0,2	0,5	1,8	0	11,1	0,1
Corycaeus speciosus	4	8	32,3	0	38,9	1,3	11,3	15,3	55,3	0	72,2	4,8
Miracia efferata	1	1,7	6,5	0	33,3	0,3	1,9	1,5	4,4	0	72,2	0,8
Undinula vulgaris	8,1	14,1	58,1	0	55,6	2,6	22,1	36,9	113,6	0	50	9,3
Neocalanus gracilis	0,8	3	12,9	0	11,1	0,3	5,1	10,6	40,1	0	38,9	2,1
Nannocalanus minor	3,7	4	11,4	0	55,6	1,2	16,2	33,2	130,3	0	44,4	6,8
Corycaeus furcifer	6,7	11	44,2	0	83,3	2,2	4	5,5	17,8	0	50	1,7
Neocalanus robustior	0,8	1,9	7	0	16,7	0,3	0,2	0,7	2,8	0	5,6	0,1
Euchaeta media	8,3	18,2	77,5	0	50	2,7	3,3	5,6	20	0	38,9	1,4
Paracalanus sp	43,5	68,5	219,6	0	83,3	14,3	10,4	22	82,7	0	55,6	4,4
Corycaeus sp	12	8,3	34,8	0	94,4	3,9	6,6	10,4	35,6	0	66,7	2,8
Oithona sp	12,7	16,7	50,7	0	61,1	4,2	3,6	9,6	40,1	0	38,9	1,5
Calocalanus sp	39,3	26,9	109	7,3	100	12,9	0,9	1,5	5	0	38,9	0,4
Sapphirina sp	0,3	0,8	3,2	0	16,7	0,1	0,1	0,3	1,3	0	5,6	0
Copepoditos	125,2	121,9	471,5	4,1	100		215,1	309,2	1.322,8	18,2	100	
Total adultos	5.481,5						4.288,1					

DP: Desvio Padrão, Máx: máximo, Mín: mínimo, F.O.: freqüência de ocorrência, %: abundância relativa.

Tabela 2. (Continuação) Abundância (média, desvio padrão, máximo e mínimo) das espécies de Copepoda (ind. m^{-3}), freqüência de ocorrência e abundância relativa no Arquipélago de São Pedro e São Paulo nos quatro meses amostrados.

	Novembro						Março					
	Média	DP	Máx	Mín	F.O.	%	Média	DP	Máx	Mín	F.O.	%
Farranula gracilis	69,8	65,7	236,9	1,5	100	46,3	108,5	80,8	227,5	0	94,4	48,4
Oncaea venusta	14,6	8,9	35	2,6	100	9,7	21,9	17,2	57,5	4,6	100	9,8
Macrosetella gracilis	3,2	3,4	13,7	0	83,3	2,1	24,8	24,9	98,5	2,3	100	11,1
Candacia pachydactyla	0,8	1,3	4,7	0	33,3	0,5	4,0	6,3	22,4	0	61,1	1,8
Corycaeus speciosus	10,9	7,8	25,7	0	94,4	7,2	3,9	3,6	10,8	0	72,2	1,7
Miracia efferata	2,8	2,3	7,1	0	77,8	1,8	4,8	6,1	20,3	0	72,2	2,2
Undinula vulgaris	2,2	2,5	7,0	0	55,6	1,5	5,6	6,3	17,4	0	55,6	2,5
Neocalanus gracilis	0,2	0,5	1,5	0	16,7	0,2	2,6	6,2	24,7	0	27,8	1,2
Nannocalanus minor	3,8	4,1	12,3	0	72,2	2,5	2,5	4,7	17,3	0	44,4	1,1
Corycaeus furcifer	1,8	5,3	22,6	0	38,9	1,2	4,4	5,4	17,7	0	72,2	2,0
Neocalanus robustior	0,1	0,4	1,3	0	11,1	0,1	0,4	1,1	4,3	0	16,7	0,2
Euchaeta media	1,7	2,3	7,5	0	44,4	1,1	2,4	3,9	15,9	0	50	1,1
Paracalanus sp	15,6	11,8	39,7	0	94,4	10,3	17,6	14,0	49,5	0	83,3	7,9
Corycaeus sp	7,9	14,8	63,0	0	77,8	5,3	10,5	8,7	25,3	0	83,3	4,7
Oithona sp	3,6	3,2	12,3	0	83,3	2,4	3,0	3,7	12,7	0	66,7	1,3
Calocalanus sp	11,6	6,9	29,9	1,5	100	7,7	7,0	6,8	24,7	0	83,3	3,1
Sapphirina sp	0	0	0	0	0	0	0,1	0,4	1,3	0	11,1	0,1
Copepoditos	172,7	197,8	599,4	15,3	100		189,5	155,2	643,1	1,3	100	
Total adultos	2711,5						4031,0					

DP: Desvio Padrão, Máx: máximo, Mín: mínimo, F.O.: freqüência de ocorrência, %: abundância relativa.

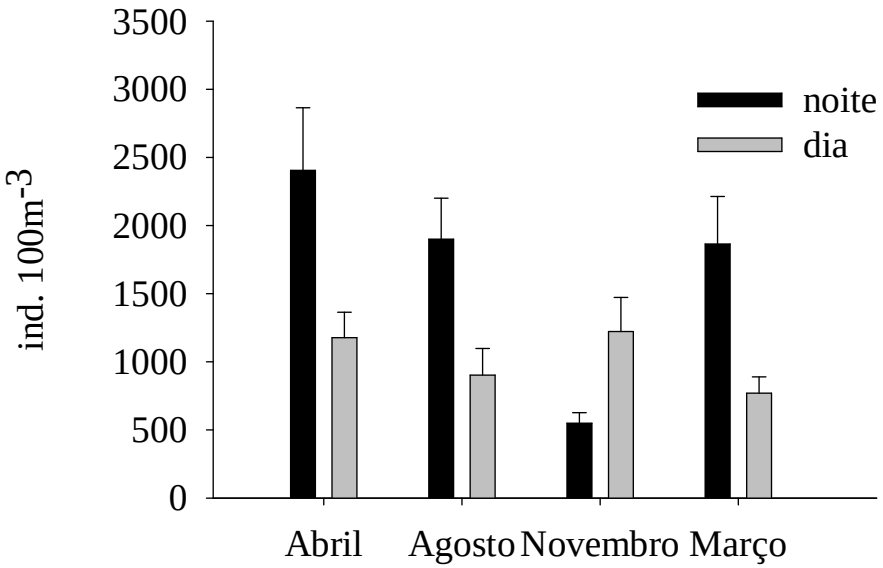

Figura 6. Comparação da abundância (média e erro padrão) de copépodes nos períodos diurno e noturno para os diferentes meses de coleta.

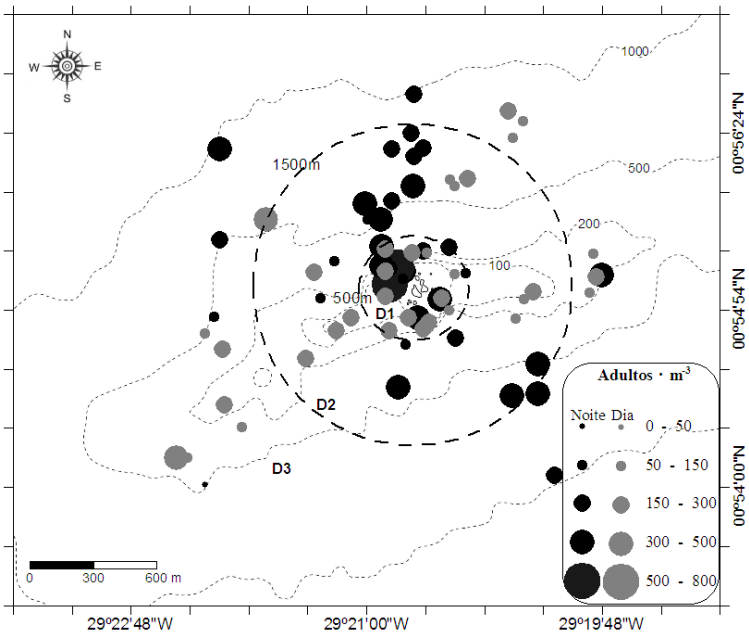

Figura 7. Distribuição espacial de copépodes adultos no ASPSP para todos os meses amostrados, no período diurno e noturno.

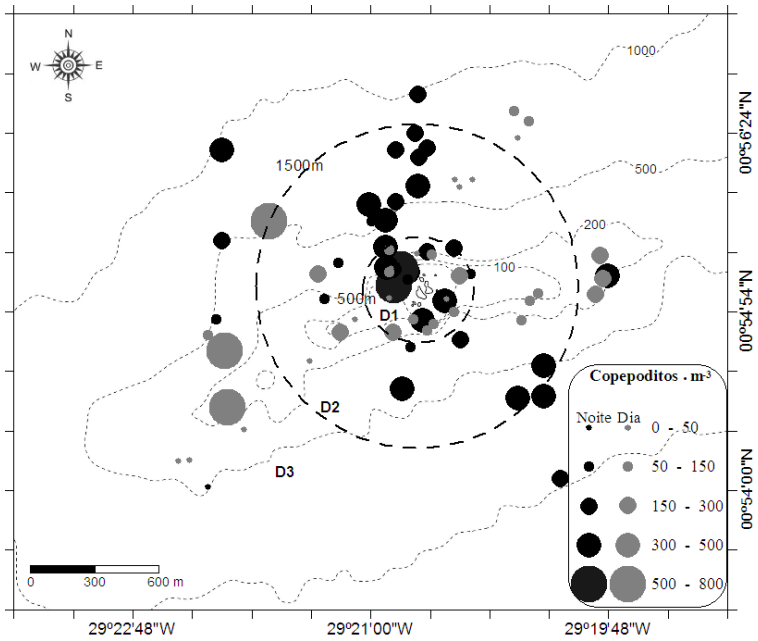

Figura 8. Distribuição espacial de Copepoditos no ASPSP para todos os meses amostrados, no período diurno e noturno.

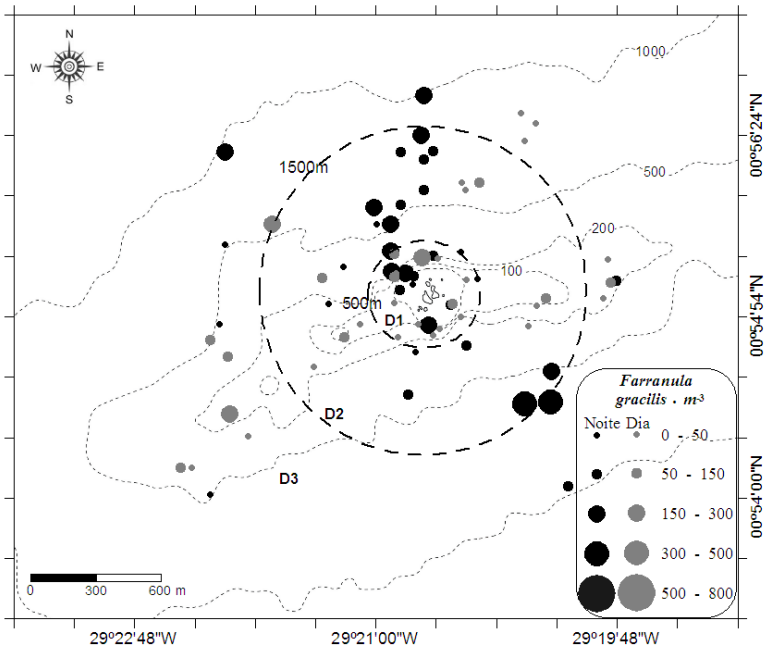

Figura 9. Distribuição espacial de *Farranula gracilis* no ASPSP para todos os meses amostrados, no período diurno e noturno.

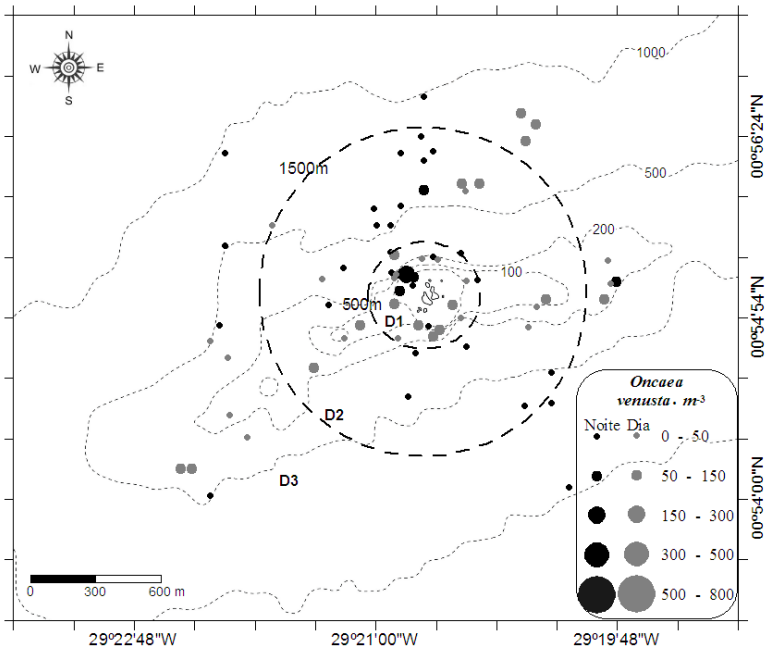

Figura 10. Distribuição espacial de *Oncaea venusta* no ASPSP para todos os meses amostrados, no período diurno e noturno.

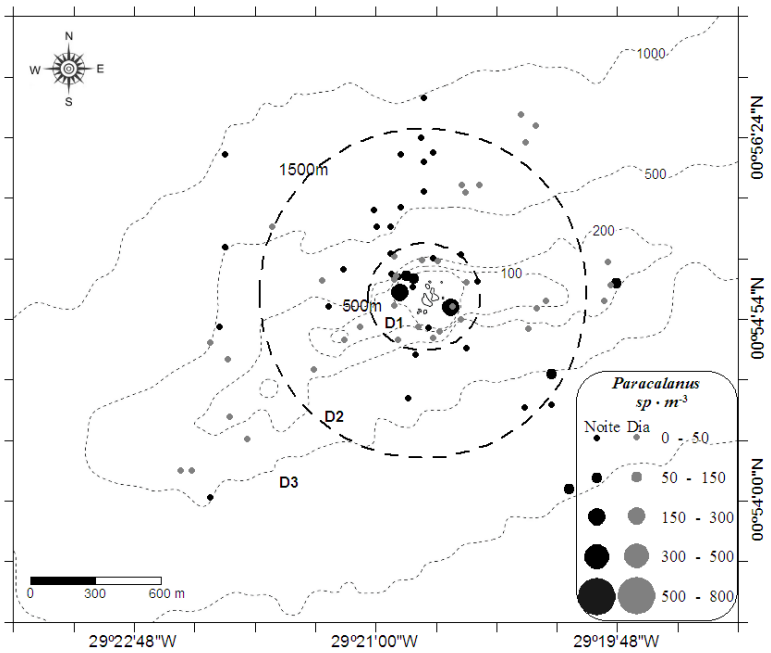

Figura 11. Distribuição espacial de *Paracalanus* sp no ASPSP para todos os meses amostrados, no período diurno e noturno.

A espécie dominante foi *Farranula gracilis*, com as maiores abundâncias médias durante a noite ao longo do ano, com exceção do mês de novembro, onde a abundância média diurna foi mais de 4 vezes superior à noturna (noite: 26,16; dia: 113,45 ind. m^{-3}). Ao comparar o período diurno de novembro com o mesmo período nos outros meses, observou-se que a abundância média de *F. gracilis* foi ao redor de 3 vezes superior. A mesma comparação agora para o período noturno de novembro mostrou que a abundância média de *F. gracilis* foi entre 4 e 7 vezes menor (Fig. 12 e Tab.2). *Oncaea venusta*, foi a segunda espécie mais abundante, sendo até mais abundante que *F. gracilis* na amostragem diurna de abril e agosto (Fig. 12 e Tab.2), mostrou maior densidade de indivíduos durante o dia em todos os meses de coleta, com exceção de novembro onde as abundâncias foram similares (Fig. 12 e Tab.2). *Paracalanus* sp. foi a terceira espécie mais abundante, apresentando o mesmo padrão de *F. gracilis*, só que a abundância diurna em novembro foi apenas levemente superior. No mês de março, *Macrosetella gracilis* mostrou abundâncias muito superiores comparado aos outros meses, no dia e na noite (Fig. 12 e Tab.2), entanto que *Candacia pachydactyla* também mostrou um pico de abundância neste mês, mas só no período noturno sendo que nos outros meses neste horário não foi registrada, foi encontrada somente no período diurno (Fig. 12 e Tab.2). *Oithona* sp., *Euchaeta media* e *Calocalanus* sp. apresentaram picos de abundância no mês de abril; *Undinula vulgaris* por sua parte, mostrou densidades muito superiores no período noturno durante todos os meses de amostragem, mas com uma baixa na abundância no mês de novembro (Fig. 12 e Tab.2).

Ao analisar as abundâncias das espécies de copépodes em relação à distância de amostragem, observou-se que em geral o período noturno apresentou maiores diferencias (Fig. 13 e Figs. 7 a 11). A espécie dominante *F. gracilis* mostrou abundâncias similares nas 3 classes de distância de dia e de noite. *Oncaea venusta*, *Paracalanus* sp., *Macrosetella gracilis*, *Corycaeus furcifer*, *Euchaeta media*, *Neocalanus gracilis* e *N. robustior* apresentaram maiores abundâncias perto do arquipélago durante a noite. Durante o dia esse padrão se repetiu só para *Nannocalanus minor*, não foi muito claro para as outras espécies (Fig. 13).

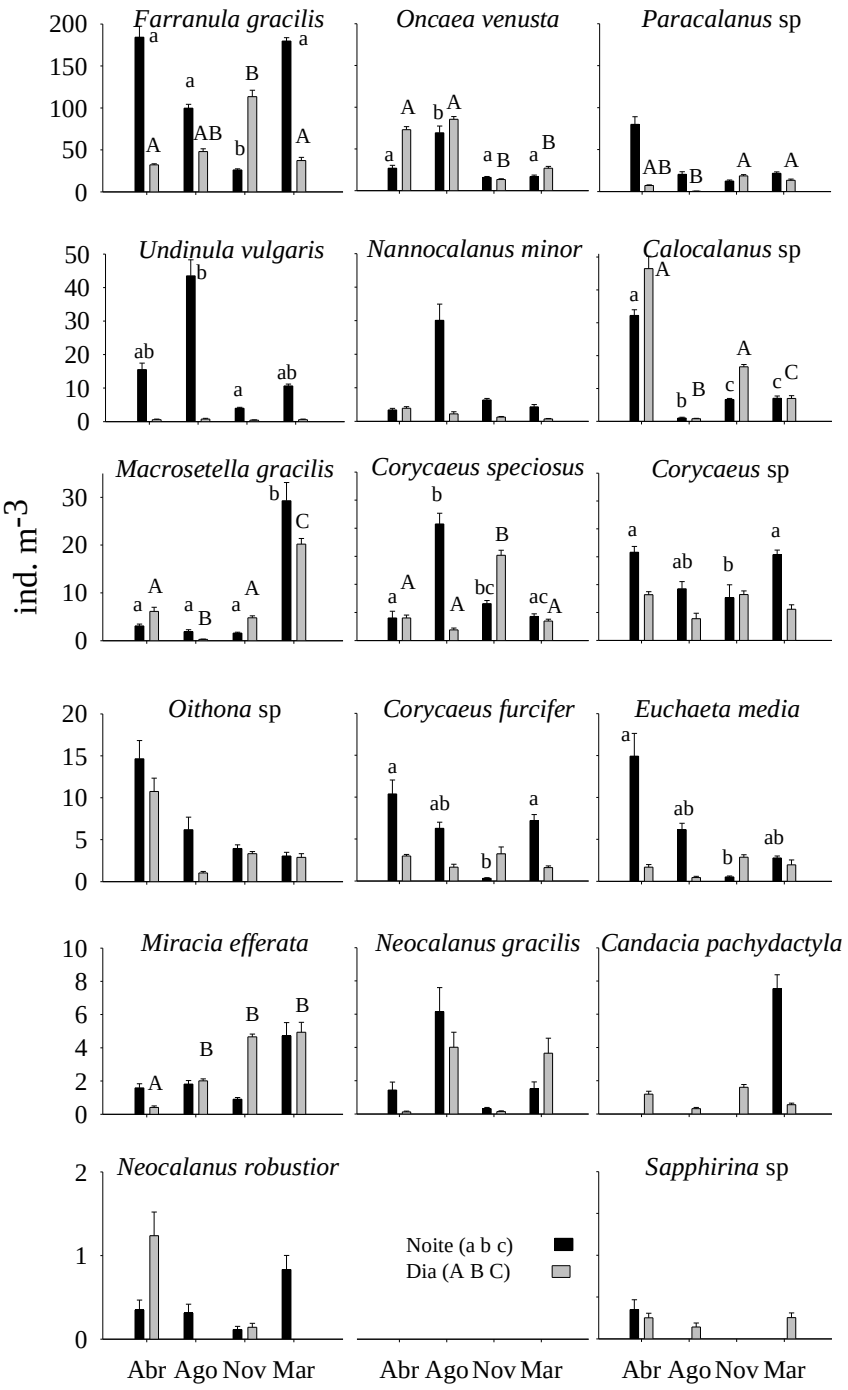

Figura 12. Abundância (média e erro padrão) das espécies de Copepoda encontradas no Arquipélago de São Pedro e São Paulo nos 4 meses estudados. Cada conjunto de gráfica na horizontal mostra escalas de abundância diferentes. Para as espécies que mostraram diferença significativa (Tab. 3), letras iguais representam médias significativamente ($P < 0,05$) equivalentes.

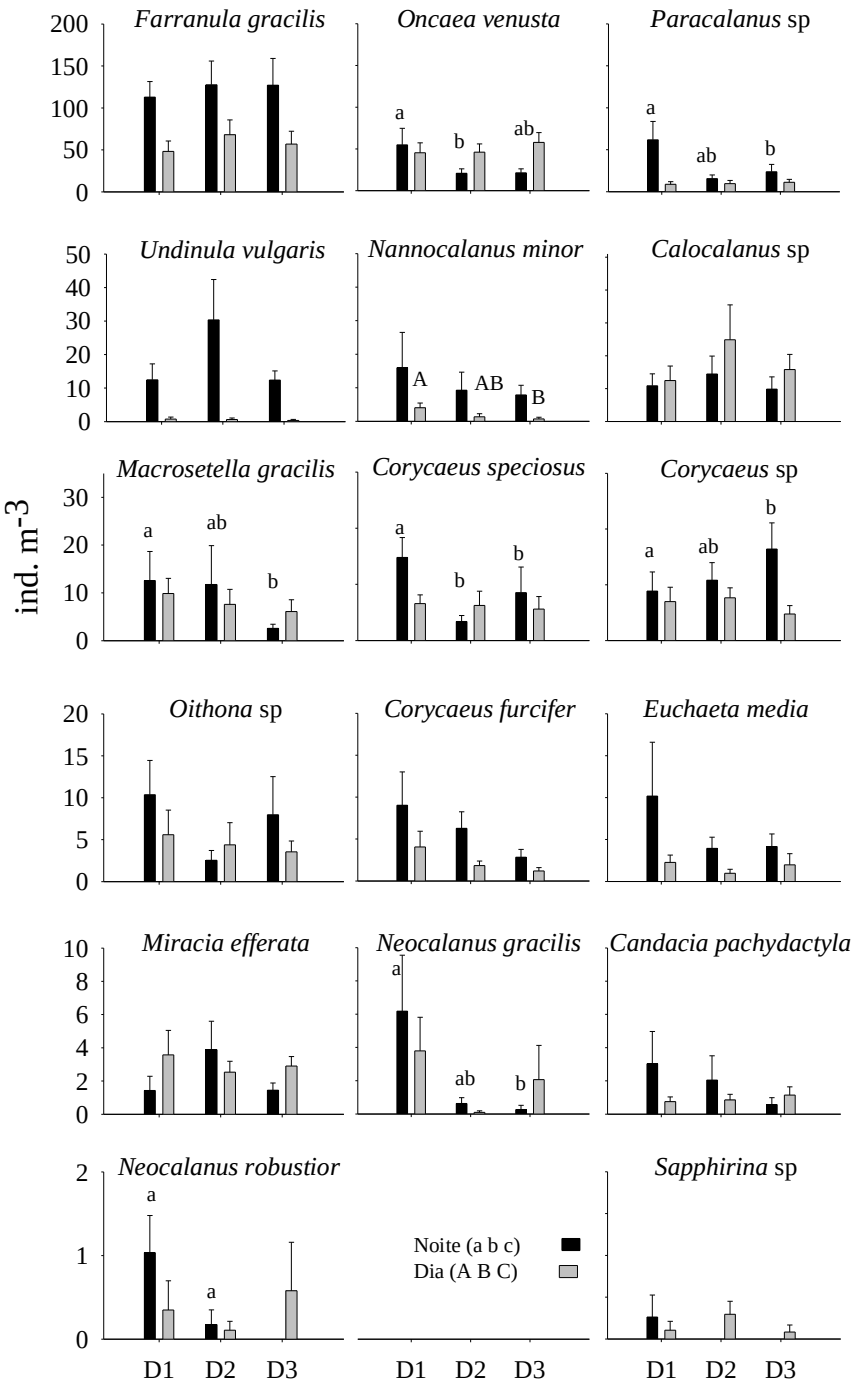

Figura 13. Abundância (média e erro padrão) das espécies de Copepoda encontradas no Arquipélago de São Pedro e São Paulo nas 3 classes de distâncias amostradas. Cada conjunto de gráfica na horizontal mostra escalas de abundância diferentes. Para as espécies que mostraram diferença significativa (Tab. 3), letras iguais representam médias significativamente ($P < 0,05$) equivalentes.

O dendrograma mostrou uma separação em dois grandes grupos com 48% de similaridade (Fig. 14), correspondentes ao período diurno (A) e noturno (B), com exceção das amostras de novembro. A análise de similaridade ANOSIM mostrou que estes grupos são significativamente diferentes (Global test, R= 0,739; P < 0,05%).

O diagrama MDS mostrou agrupamento de amostras diurnas e outro grupo de noturnas, evidenciando a alteração do padrão de distribuição nictimeral observado na Figura 6 com as amostras diurnas de novembro dentro do grupo das noturnas e vice-versa (Fig. 14 e 15).

A análise de espécies indicadoras (Tab. 3) apontou *Farranula gracilis*, *Undinula vulgaris*, *Corycaeus furcifer*, *Euchaeta media*, *Paracalanus* sp. e *Corycaeus* sp. como espécies indicadoras do grupo B. Nenhuma espécie foi considerada indicadora do grupo A.

Tabela 3. Resultados da Análise de Espécies Indicadoras realizada com os grupos observados no Dendrograma da Figura 12

Espécies indicadoras	% de indicação	Grupo	p
Farramula gracilis	80,1	B	0,0010
Undinula vulgaris	84,6	B	0,0030
Corycaeus furcifer	80,5	B	0,0050
Euchaeta media	85,3	B	0,0010
Paracalanus sp.	80,8	B	0,0020
Corycaeus sp.	65,8	B	0,0460

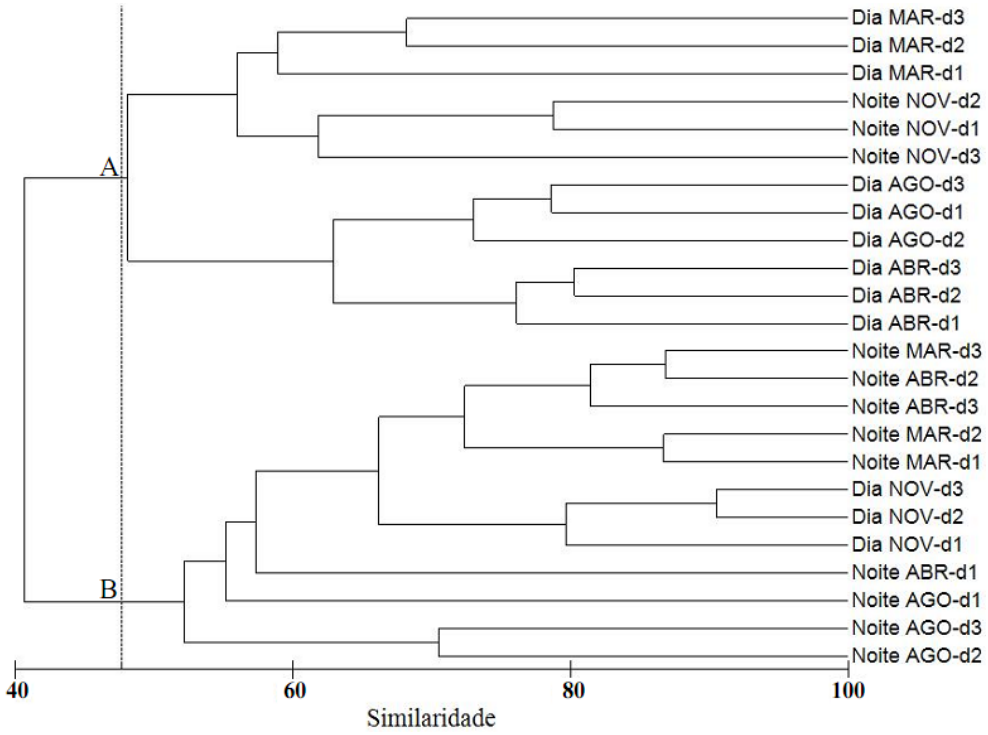

Figura 14. Dendrograma de agrupamento de amostras (modo Q), realizado com a média das réplicas e com os 17 taxa identificados. Coeficiente de distância: similaridade de Bray-Curtis; método de agrupamento: média por grupo.(N: noite, D: dia; 1, 2,3: distâncias < 500 m, 500-1500 m e >1500 m, respectivamente)

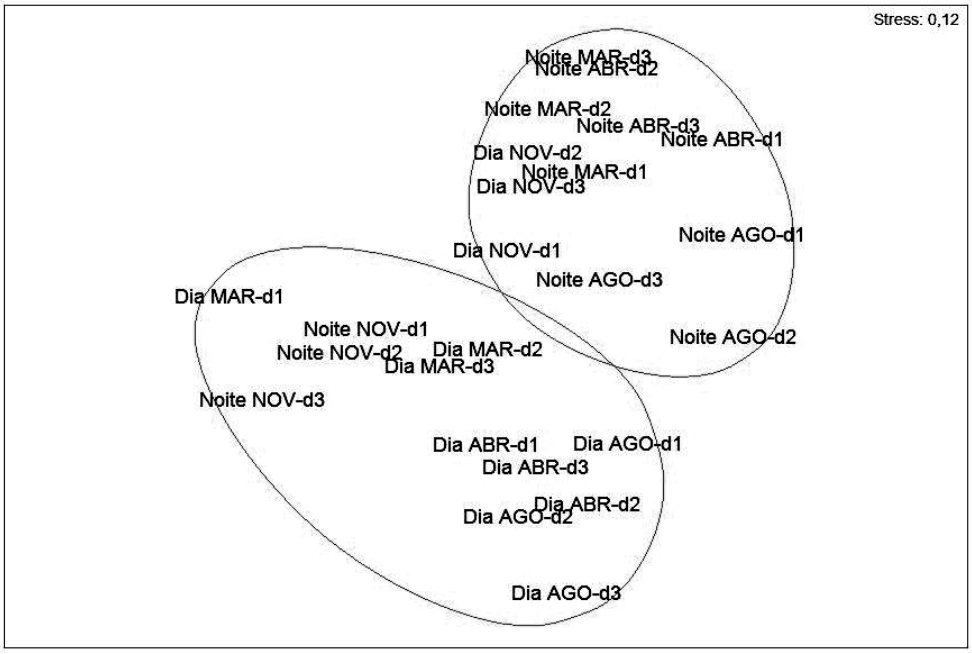

Figura 15. Diagrama da Análise Não- paramétrica de Ordenamento Multidimensional MDS realizado com a média das réplicas e com as 17 espécies de copépodes encontradas durante os meses de amostragem. D: dia; N: noite.

A ANOVA indicou que a abundância de copépodes nos meses estudados foi significativamente menor durante o dia ($F_{1,71} = 7,549$; $P < 0,01$). O dendrograma e o MDS mostraram uma separação em estes dois grupos também, o que permitiu realizar analise de variância dos períodos diurno e noturno separadamente.

A MANOVA detectou diferencias significativas para o fator Temporal (mês de amostragem) para a maioria dos taxa analisados, tanto de dia quanto à noite. O fator Espacial mostrou diferencias significativas para várias espécies no período noturno (Tab. 4) e só para *Nannocalanus minor* no período diurno, que apresentou abundância relativamente baixa (Tab. 2). Nas espécies que apresentaram diferenças significativas, as comparações dos fatores feitas com o teste de Tukey, foram indicadas nas Figuras 12 e 13.

Tabela 4. MANOVA para o estudo do efeito combinado do mês e da distância de amostragem, sob as abundâncias de copépodes coletados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo em quatro meses diferentes (Abril, Agosto e Novembro de 2003, e Março de 2004) e em 3 classes de distâncias (D1: < 500, D2: 500 – 1500 e D3: > 1500 m). Teste realizado para os períodos diurno e noturno. Os dados foram normalizados por transformação logarítmica, log(x+1); gl: graus de liberdade; F: prova de Fisher; P: probabilidade.

	NOITE									DIA				
Fonte de variação	Temporal (3 gl)			Espacial (2 gl)			Interação Temp x Esp			Temporal (3 gl)			Espacial (2 gl)		
Taxa	F	P		F	P		F	P		F	P		F	P	
Farranula gracilis	33,473	< 0,001	***	2,075	0,147					4,937	< 0,01	**	0,852	0,439	
Oncaea venusta	6,435	< 0,01	**	3,708	< 0,05	*				22,649	< 0,001	***	1,905	0,171	
Macrosetella gracilis	11,869	< 0,001	***	4,071	< 0,05	*				16,951	< 0,001	***	0,698	0,507	
Candacia pachydactyla	42,088	< 0,001	***	2,417	0,057					1,475	0,247		0,076	0,927	
Corycaeus speciosus	12,114	< 0,001	***	8,640	< 0,05	*				9,947	< 0,001	***	1,719	0,201	
Miracia efferata	0,645	0,593		1,787	0,189					10,800	< 0,001	***	0,254	0,778	
Undinula vulgaris	5,553	< 0,01	**	2,419	0,110		3,569	< 0,05	*	0,018	0,998		0,233	0,794	
Neocalanus gracilis	1,664	0,201		3,626	< 0,05	*				1,648	0,205		2,830	0,079	
Nannocalanus minor	1,823	0,170		0,171	0,844					1,566	0,224		4,221	< 0,05	*
Corycaeus furcifer	4,368	< 0,05	*	0,639	0,536					1,379	0,273		1,240	0,307	
Neocalanus robustior	0,783	0,515		3,772	< 0,05	*				1,622	0,211		0,157	0,855	
Euchaeta media	3,809	< 0,05	*	0,229	0,797					1,721	0,189		0,486	0,621	
Paracalanus sp.	2,929	0,054		4,282	< 0,05	*				8,823	< 0,001	***	0,234	0,793	
Corycaeus sp.	7,303	< 0,01	**	3,568	< 0,05	*				2,617	0,074		1,449	0,255	
Oithona sp.	0,947	0,434		2,913	0,074		2,939	< 0,05	*	1,748	0,184		0,005	0,995	
Calocalanus sp.	29,446	< 0,001	***	0,983	0,389					30,237	< 0,001	***	2,138	0,140	
Sapphirina sp.	1,000	0,410		1,000	0,383					0,860	0,475		1,040	0,369	
Adultos	25,566	< 0,001	***	2,883	0,075					3,553	< 0,001	***	0,149	0,862	
Copepoditos	16,310	< 0,001	***	0,856	0,437					20,479	< 0,001	***	1,307	0,281	

O diagrama da análise de correspondência canônica realizado para o período noturno (Fig. 16) explicou 61,4% da variação da abundância de copépodes em função dos dados ambientais. O Eixo I (36% de explicação) teve associado ao seu lado positivo a distância de amostragem, temperatura, salinidade, batimetria e os meses de abril e novembro. Já ao seu lado negativo o eixo I teve associado somente os meses de março e agosto (Fig. 16). O Eixo II (25,4% de explicação) foi representado pela batimetria, distância, os meses de março e abril e temperatura no seu lado positivo, enquanto que a salinidade e os meses de agosto e novembro associaram-se ao seu lado negativo.

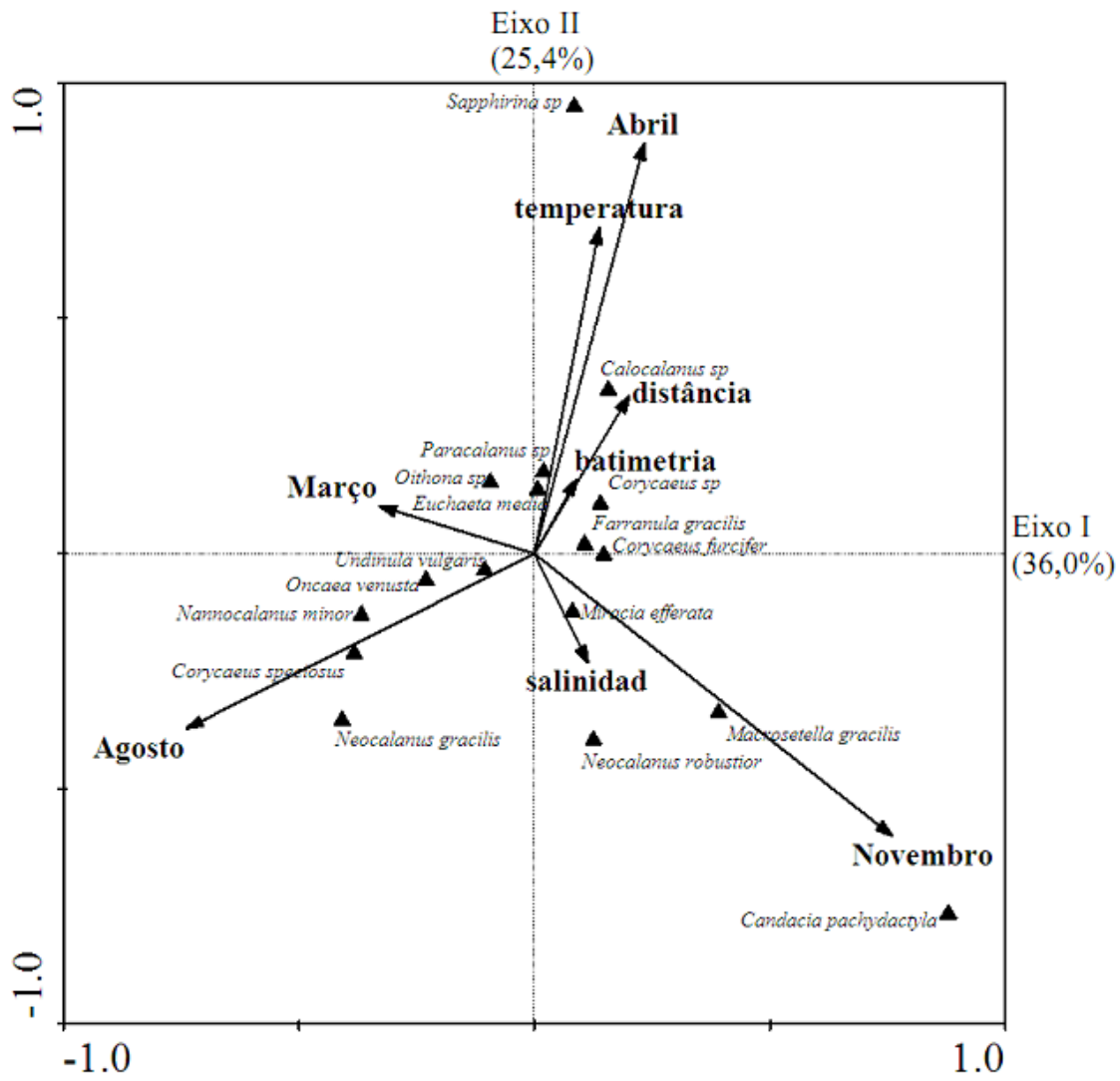

Figura 16. Diagrama fatorial resultante da Análise de Correspondência Canônica (ACC) para o período noturno mostrando a distribuição das espécies de copépodes encontradas, em função dos meses, valores de temperatura, salinidade, batimetria e distância em relação ao ASPSP.

O ACC para o período diurno (Fig. 17) 61,2% da variação da abundância de copépodes em função dos dados ambientais. O primeiro Eixo canônico explicou 36,6% de da variância, e teve a distância, batimetria, salinidade e o mês de agosto associado a seu lado positivo, e a temperatura e os meses de abril, março e novembro ao seu lado negativo. O Eixo II explicou 24,6% da variância e teve a temperatura, distância e o mês de abril, ligados ao seu lado positivo, enquanto que ao seu lado negativo ligou-se a batimetria, salinidade e os meses de agosto, março e novembro (Fig. 17).

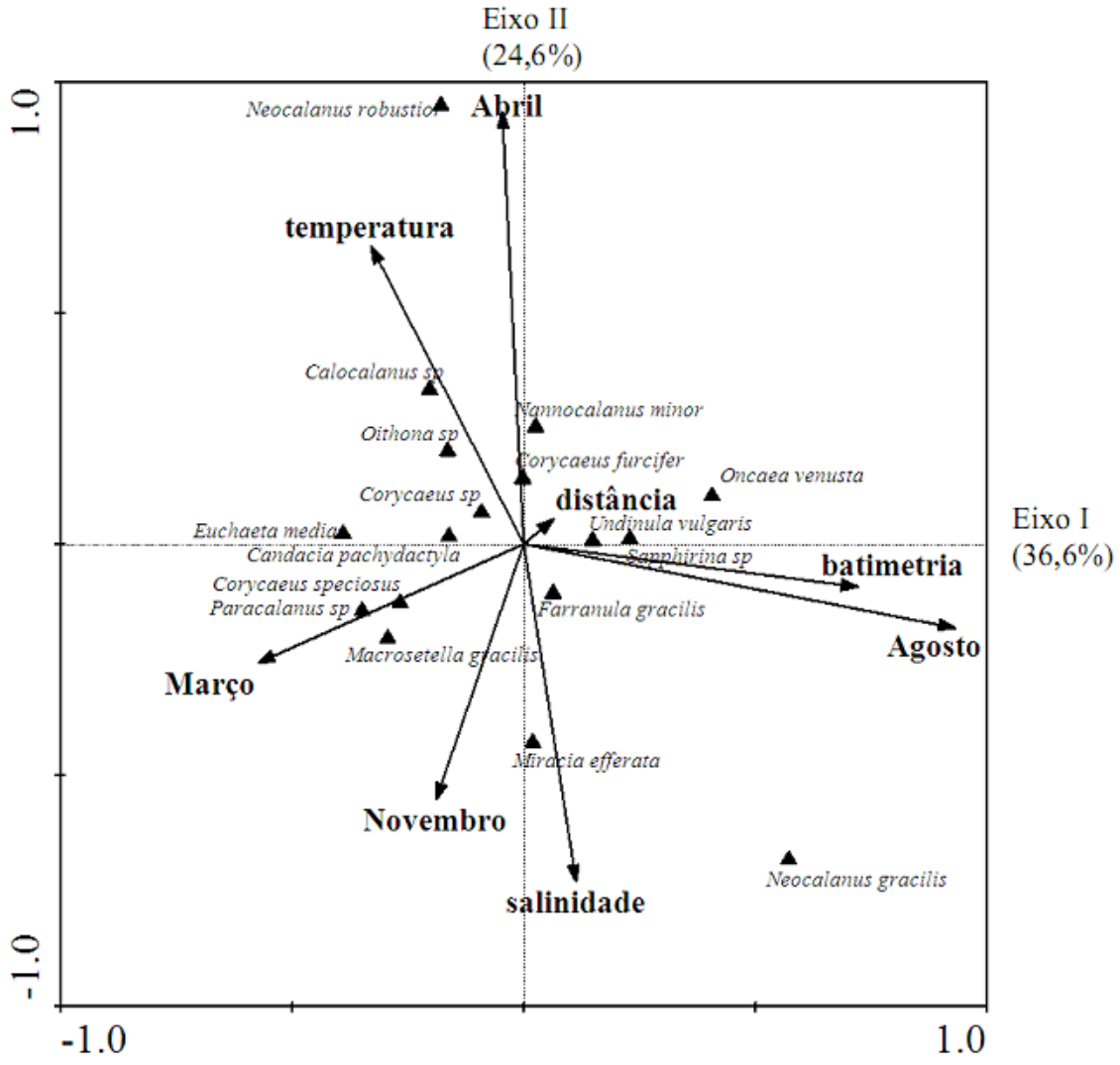

Figura 17. Diagrama fatorial resultante da Análise de Correspondência Canônica (ACC) para o período diurno mostrando a distribuição das espécies de copépodes encontradas, em função dos meses, valores de temperatura, salinidade, batimetria e distância em relação ao ASPSP.

Comparando o diagrama ACC para o período diurno e noturno, observou-se que o fator distância tem maior influencia no período noturno, salinidade e batimetria maior influencia no período diurno. O mês de novembro estive associado à salinidade de dia e de noite, com *Miracia efferata* sendo influenciada por ambos. Quase no centro do diagrama, encontra-se a espécie *Farranula gracilis*, que foi a mais abundante durante todo o tempo de estudo, de dia e de noite e em todas as distancias (freqüência de ocorrência 98,6%), não sofrendo a influência de praticamente nenhuma variável.

4. DISCUSSÃO

A temperatura e salinidade registradas no arquipélago foram similares aos valores médios do Atlântico Equatorial (Soares-Gomes & Figueiredo, 2002). Estas condições são típicas para esta área (Macedo-Soares et al., no prelo). No mês de abril, a salinidade foi menor que nos demais meses de coleta, provavelmente devido à precipitação local. Se bem que o maior valor da precipitação mensal acumulada ocorre em abril no arquipélago (Skielka et al., 2006), deve considerar-se que não se registrou precipitação no local no período de amostragem. Por outro lado, os registros das bóias do PIRATA localizada nos 0 N 23 W, mostrou uma média de precipitação de 0,097 mm/h. Becker (2001) estudou as características físico-químicas da coluna de água das regiões dos bancos e ilhas oceânicas da Zona Econômica Exclusiva nordestina, onde ASPSP está inserido, e encontrou valores de salinidade da água de superfície variando entre um mínimo de 35,52 e máximo de 36,7. Desta forma, presume-se que os altos valores de salinidade encontrados não reflitam a realidade da massa de água superficial do ASPSP. A baixa precisão do instrumento utilizado para o registro da salinidade (refratômetro) pode ter gerado estes valores elevados.

Os copépodes foram o táxon mais abundante (89%) do zooplâncton (Macedo-Soares et al., 2009), o que confirma a importância do seu rol na transferência de energia a níveis tróficos superiores.

A análise de variância indicou que a abundância de copépodes nas diferentes datas de amostragem foi significativamente maior à noite, o que confirma o padrão de migração vertical destes organismos e as diferenças entre as comunidades epipelágicas diurnas e noturnas. Apesar de que a temperatura da água apresentou uma variação de 2°C durante os meses estudados, se observou diferença na abundância de copépodes entre os meses (Fig. 6 e 12; Tab. 2). As espécies alternaram picos de abundância em diferentes meses, indicando a repartição de recursos do ambiente (Hidalgo & Escribano, 2007). Uma vez que apenas um mês correspondeu a estação seca (novembro) e as outras três coletas foram realizadas na estação chuvosa, não foi possível associar a pluviosidade a abundância e composição dos copépodes. Neste sentido, Díaz (2007) reportou que apesar do domínio de Copepoda, no ASPSP foram encontradas diferenças na distribuição espacial e temporal (épocas chuvosa e seca) na composição e distribuição do zooplâncton

É conhecido o fato de que as regiões oceânicas apresentam baixa produtividade primaria (Thurman & Burton 2001), a pesar disto os resultados obtidos mostram que a abundância de copépodes no ASPSP foi similar à encontrada em outros locais de Brasil e África, na plataforma continental, e no ASPSP, estando os valores médios do presente estudo dentro das faixas de variação das abundâncias desses trabalhos (Tab. 5). Alguns desses trabalhos têm metodologias diferentes (ex. amostragem estratificada) e a informação não esta disponível claramente no texto, mas as abundâncias registradas no presente estudo no ASPSP são um argumento à presença do efeito ilha no ASPSP, considerando as condições oligotróficas das águas oceânicas adjacentes. Também é importante considerar a elevada abundância de estágios copepoditos durante todo o período de estudo, o que indicaria que na região não existe limitação de alimento e que há reprodução ao longo do ano (Hirst & Bunker, 2003).

Tabela 5. Quadro comparativo da abundância de copépodes entre regiões costeiras e oceânicas e o Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

Referência	Localidade	ind. m^{-3}	
		média	variação
Araujo (2006)	Sergipe e Alagoas (plataforma)	474,02	1 a 4.231
Cavalcanti e Larrazábal (2004)	ZEE Nordeste-Brasil	--	0,99 a 4,75
Lopes et al., (1999)	Rio de Janeiro (plataforma)	67,69	1 a 2.529
Champalbert et al., (2005)	Costa oeste equatorial africana	362,87	50 a 2.000
Díaz (2007)	Arquipélago de São Pedro e São Paulo	430,64	--
Presente estudo	Arquipélago de São Pedro e São Paulo	13,49	24,5 a 751,6

Padrões de migração vertical são, geralmente, estudados com arrastos verticais, onde se vê claramente a variação das espécies na coluna da água. Apesar do presente estudo ter utilizado arrastos horizontais e subsuperfíciais, estes foram feitos em locais com profundidade superior a 500 m, e os dados mostram a atividade de migração vertical para a maioria dos copépodes, sendo esta confirmada pelo teste ANOVA.

O ASPSP é um dos menores e mais isolado grupo de ilhas oceânicas no mundo (Feitoza et al., 2003), a influencia antrópica é mínima, ocasionada pela presencia esporádica de pesquisadores na estação científica e as atividades pesqueiras nas redondezas. É esse isolamento que faz deste ecossistema um lugar de alto interesse para pesquisadores na área biológica, geológica, química e física, ao considerar o ASPSP como um ambiente peculiar cujas comunidades estão dominadas praticamente pelas condições hidrológicas e atmosféricas

da região (Díaz, 2007). A elevada abundância do zooplâncton pode indicar a presença de áreas de turbulência, com enriquecimento de nutrientes e fitoplâncton, agindo como regiões de retenção e recrutamento de zooplâncton, de larvas e juvenis de peixes ao redor do arquipélago (Rissik et al., 1997; Palacios, 2002). O movimento vertical de águas frias ocasionados pelo fortalecimento ou enfraquecimento da CSE e da SCE (Góes, 2006) também pode ocasionar o aumento do fitoplâncton e, por conseguinte o aumento da biomassa zooplanctônica. Estudos sobre a circulação de correntes e movimentos de massas de água poderão descrever fisicamente a ocorrência do efeito-ilha e elucidar os mecanismos populacionais.

No estudo termohalino de Travassos et al. (1999) não foram encontradas evidências claras de ressurgência topográfica no ASPSP, no entanto, foram registradas extensões termohalinas dentro da camada eufótica, sugerindo como causa o atrito entre os fluxos opostos da Corrente Sul Equatorial superficial e a Corrente Sub-superficial Equatorial.

Na zona tropical do Atlântico as espécies de copépode compreendem entre 60 e 90% da abundância do mesozooplâncton e entre elas, *Clausocalanus furcatus* é considerada uma das mais abundantes (Piontkovski et al., 2006; Neumann-Leitão et al., 1999). Díaz (2007) também achou este copépode muito abundante no ASPSP, no entanto, no presente estudo *C. furcatus* não foi registrado, sendo *Farranula gracilis* a espécie com maior abundância durante todos os meses. No estudo de Díaz (2007), foram encontradas 72 espécies de copépodes para o mesmo local do presente estudo. No presente trabalho foram encontradas 12 espécies (e 5 gêneros de copépodes), esta diferencia poderia ser explicada pelo método de amostragem utilizado: Díaz (2007) utilizou rede de 300 µm e no presente estudo rede de 200 µm. A maioria das espécies encontradas por Díaz (2007) e não neste estudo são grandes, pelo que seu arrasto pode ter coletado espécies maiores. Mas também é possível que espécies pequenas tenham sido confundidas com copepoditos. As espécies reportadas como freqüentes por Díaz (2007) são em sua maioria as mesmas que neste estudo. Dias e Bonecker (2008) também encontraram diferencias na quantidade de espécies registradas, em estudos realizados em Espirito Santo para datas diferentes: em 1986, 46 espécies e em 1994, 22 espécies, utilizando o mesmo método de coleta. Isso indicaria que diferenças na quantidade de espécies encontradas para um mesmo local, em datas diferentes não é um fenômeno incomum

De acordo com análise de espécies indicadoras (ISA), *Farranula gracilis, Undinula vulgaris, Corycaeus furcifer, Euchaeta media, Paracalanus sp. e Corycaeus sp* são as espécies consideradas indicadoras do grupo noturno formado no agrupamento. Esses copépodes são todos epiplanctônicos de águas oceânicas e a maioria encontra-se amplamente

distribuídos no Atlântico equatorial (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve et al., 1999). *Undinula vulgaris* é o único copépode não considerado oceânico, e pelo contrario, definido como uma espécie típica de águas quentes de plataforma e da corrente do Brasil (Björnberg, 1981).

O comportamento de migração vertical diurno-noturno foi verificado neste estudo, registrando as maiores abundâncias nos períodos noturnos, com exceção de *Farranula gracilis* que é a espécie mais abundante durante todo o estudo e que mostrou menores abundâncias durante a noite para o mês de novembro, explicando a peculiaridade da inversão do padrão observada para todas as distâncias amostradas. Além de altas abundâncias resultantes do comportamento próprio dos organismos, os mecanismos que geram agregação de zooplâncton em lugares com topografias abruptas, podem ser de caráter hidrológico e topográfico (Rogers, 1994; Roden, 1987). Embora a maioria das regiões tropicais se caracterize por um mínimo de circulação vertical, são observadas algumas áreas de mistura promovidas por mecanismos como divergência de correntes, estresse causado pelo vento e interação entre as correntes e o relevo submarinho (Rogers, 1994; Roden, 1987). Em montes submarinhos é observada a formação de vórtices anticiclônicos que geram afloramentos dependendo da estratificação da coluna de água e a velocidade da corrente (Genin, 2004).

Estudos anteriores verificaram uma variação na composição do zooplâncton em uma distância de até 30 km ao redor de montanhas submarinas (Dower & Mackas, 1996). Apesar de que no presente estudo, a maior distância amostrada em relação ao arquipélago foi de 2,7 km, registrou-se um efeito significativo da distância de coleta sob a abundância de várias espécies de copépode para o período noturno (Tab. 4) Já no plano fatorial, a distância tem pouca contribuição na formação do eixo I para o período diurno e noturno. No entanto, a alta abundância zooplanctónica e a diversidade de espécies de peixes e crustáceos (Feitoza et al., 2003; Vaske Jr. et al., 2005; Díaz, 2007; Koettker, 2008; Koettker et al., 2010; Macedo-Soares et al., no prelo) também são indícios da existência do fenômeno do efeito-ilha no local.

O ASPSP sofre influência direta da Corrente Sul-Equatorial e da Corrente Equatorial Submersa. Assim, Campos et al. (2005) indicam que a ação conjunta destas duas correntes marinhas gera um padrão hidrológico de elevada complexidade e com grande influência no ecossistema insular, nomeadamente o fenômeno de enriquecimento de nutrientes, devido a ressurgência decorrente da interação entre as correntes oceânicas e o relevo submarino. No entanto, no presente estudo não foram coletados dados de circulação junto às amostras de

plâncton, o que constitui uma tarefa pendente para entender a dinâmica das populações zooplanctônicas no local.

ESTUDOS FUTUROS

Com o intuito de elucidar o efeito-ilha no arquipélago e explicar de maneira adequada a estrutura comunitária dos copépodes (e outros organismos) na região, seria ideal planejar expedições no arquipélago que considerassem: cobrir um raio de pelo menos 50 km ao redor do arquipélago, comparando o estudo da comunidade planctônica com parâmetros hidrológicos como correntes. Ademais, o estudo da comunidade não só no plano espacial superficial, senão obtendo amostras em vários estratos de profundidade. Alem do uso de equipamento mais sofisticado como perfiladores de clorofila e perfiladores CTD, correntometria, combinado ao uso de imagens de satélite (como em Marin et al., 2003) para se ter uma idéia *a priori* do estado e comportamento de possíveis filamentos de ressurgência e da influencia desta na área, planejando melhor as estações de amostragem, considerando pontos sob o filamento, fora dele e bem longe dele, para se ter uma real dimensão da importância do fenômeno no local.

Como o Brasil realiza um esforço conjunto para exercer soberania neste arquipélago, estando habitado por cientistas que realizam expedições ao longo do ano todo, seria possível implantar a realização de uma serie temporal de zooplâncton, obtendo amostras num período quinzenal, fornecendo informação valiosíssima para compreender a dinâmica do zooplâncton na região.

Tudo isso em conjunto, conduziria a uma compreensão integrada do ecossistema, permitindo desenvolver ações eficazes na toma de decisões enfocadas à conservação e manejo do Arquipélago de Pedro e São Paulo em longo prazo.

AGRADECIMENTOS.

Este estudo está vinculado a dois projetos de maior amplitude: “Ciclo de vida de Crustáceos Decápodes e Estomatópodes no ASPSP” CNPQ#48.0040/2004-4 e “Padrões de Conectividade nas Populações Marinhas do ASPSP CNPQ#55.8470/2005-0, da Prof. Dra. Andrea Santarosa Freire da Universidade Federal de Santa Catarina. Através destes foi possível a realização das coletas do material biológico analisado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araujo, H.M.P. (2006). Distribution of Paracalanidae species (Copepoda, Crustacea) in the continental shelf off Sergipe and Alagoas States, Northeast Brazil. Brazilian Journal of Oceanography, 54(4), 173 – 181.

Becker, H.(2001). Hidrologia dos bancos e ilhas oceânicas do nordeste brasileiro. Uma contribuição ao Programa Revizee. Tese de Doutorado. Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos. 175p.

Berasategui, A.D., Ramírez, F.C., & Schiariti, A. (2005). Patterns in diversity and community structure of epipelagic copepods from the Brazil–Malvinas Confluence area, south-western Atlantic. Journal of Marine Systems, 56, 309 – 316.

Björnberg, T.S.K., (1981). Copepoda. In: Boltovskoy, D. (ed.). Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publ. Esp. INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 587-680.

Bollens, S.M., & Frost, B.W. (1989). Predator-induced diel vertical migration in a planktonic copepod. Journal of Plankton Research, 11(5), 1047-1065.

Bradford-Grieve, J.M., Markhaseva, E.L., Rocha, C.E.F., & Abiahy, B. (1999). Copepoda. *In*: D. Boltovskoy (Ed.). South Atlantic Zooplankton. Leiden, Backhuys Publishers, The Netherlands, 2, 869-1098.

Bradford-Grieve, J.M., Nodder, S.D., Jillett, J.B., Currie, K., & Lassey, K.R. (2001). Potential contribution that the copepod *Neocalanus tonsus* makes to downward carbon flux in the Southern Ocean. Journal of Plankton Research, 23 (9), 963–975.

Burgos, D.C., Pereira, S.M.B., & Bandeira-Pedrosa, M.E. (2009). Levantamento fl orístico das Rodofíceas do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) – Brasil. Acta bot. bras., 23(4), 1110-1118.

Caldeira, R.M.A., Groom, S., Miller, P., Pilgrim, D., & Nezlin, N.P. (2002). Sea-surface signatures of the island mass effect phenomena around Madeira Island, Northeast Atlantic. Remote Sensing of Environment, 80, 336–360.

Campos, A., & Suárez, E. (1994). Copépodes pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. I. Biología y sistemática. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO), México, 353 p.

Campos, T.F.C., Virgens Neto, J., Srivastava, N.K., Petta, R.A., Hartmann, L.A., Moraes, J.F.S., Mendes, L., & Silveira, S.R.M. (2005). Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Soerguimento tectônico de rochas infracrustais no Oceano Atlântico. In: Sítios Geológicos do Brasil. <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio002/sitio002.pdf> Acesso em 4 de junho de 2010.

Cavalcanti, E.A.H., & Larrazábal, M.E.L. (2004). Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica – REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). Revista Brasileira de Zoologia, 21(3), 467-475.

Champalbert, G., Pagano, M., Kouamé, B., & Riandey, V. (2005). Zooplankton spatial and temporal distribution in a tropical oceanic area off West Africa. Hydrobiologia, 548, 251-265.

Clarke, K.R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Australian Journal of Ecology, 18, 117-143.

Clarke, K.R., & Warwick, R.M. (2001). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth.

Clarke, K.R., & Gorley, R.N. (2006). PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.

Dias, C.O., & Bonecker, S.L.C. (2008). Inter-annual Variability of Planktonic Copepods in a Tropical Bay in Southeastern Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 51 (4), 731 – 742.

Díaz, X.F. (2007). Zooplâncton do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Oceanofrafia. Recife, 84p.

Doty, M.S., & Oguri, M. (1956). The island mass effect. Journal du Conseil, Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 22, 33–37.

Dower, J.F., & Mackas, D.L. (1996). "Seamounts effects" in the zooplankton community near Cobb Seamount. Deep-sea Research, 43(6), 837-858.

Edwards, A.J., & Lubbock, R. (1983a). The ecology of Saint Paul's Rocks (Equatorial Atlantic). Journal of Zoology, 200, 51-69.

Edwards, A.J., & Lubbock, R. (1983b). Marine zoogeography of St Paul's Rocks. Journal of Biogeography, 10, 65-72.

Ekau, W., & Knoppers, B. (1999). An introduction to the pelagic system of the North-East and East Brazilian shelf. Archive of Fishery and Marine Research, 47(2/3), 113-132.

Escribano, R, Hidalgo, P., & Fernandez, D. (2002). Responses of Zooplankton Populations to the 1997/98 El Niño in the Coastal Upwelling Zone off Northern Chile: Is El Niño that bad?. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 30 (1), 109-111.

Feitoza, B.M., Rocha, L.A., Luiz- Júnior, O.J., Floeter, S.R., & Gasparini, J.L. (2003). Reef fishes of St. Paul´s Rocks: new records and notes on biology and zoogeography. Aqua, Journal of Icthyology and Aquatic Biology 7 (2), 61-82.

Fernández, D., Escribano, R., & Hidalgo, P. (2002). Distribución de eufáusidos en el sistema de surgencia frente a la península de Mejillones (23°S) asociada a condiciones previas y durante El Niño 1997-98. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 30(1), 25-43.

Frontier, S. (1981). Cálculo del error em el recuento de organismos zooplanctónicos. In: Atlas de Zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo com el zooplancton marino. Boltovskoy, D. (ed.), INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 163-167.

Genin, A. (2004). Bio-physical coupling in the formation of zooplankton and fish aggregations over abrupt topographies. Journal of Marine Systems, 50, 3-20

Góes, C.A. (2006). Análise da dispersão de larvas de lagostas no atlântico tropical a partir de correntes geostróficas superficiais derivadas por satélites. Dissertação de Mestrado. Curso de Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 89 p.

Hernández-León, S. (1991). Accumulation of mesozooplankton in a wake area as a causative mechanism of the "island-mass effect". Journal Marine Biology, 109 (1), 141-147.

Hernández-Léon, S., Almeida, C., Gómez, M., Torres, S., Montero, I., & Portillo-Hahefeld, A. (2001). Zooplankton biomass and indices of feeding and metabolism in island-generated eddies around Gran Canária. Journal of Marine Systems, 30, 51-66.

Hidalgo, P., & Escribano, R. (2007). Coupling of life cycles of the copepods *Calanus chilensis* and *Centropages brachiatus* to upwelling induced variability in the central-southern region of Chile. Progress In Oceanography, 75 (3), 501-517.

Hirst, A.G., & Bunker, A.J. (2003). Growth of marine planktonic copepods: Global rates and patterns in relation to chlorophyll *a*, temperature, and body weight. Limnology and Oceanography, 48 (5), 1988-2010.

Hopcroft, R.R., & Roff, J.C. (1996). Zooplankton growth rates: diel egg production in the copepods *Oithona*, *Euterpina* and *Corycaeus* from tropical waters. Journal of Plankton Research, 18 (5), 789-803.

Hopcroft, R.R., & Roff, J.C. (1998). Zooplankton growth rates: the influence of size in nauplii of tropical marine copepods. Marine Biology, 132, 87-96.

Katz, E.J., Molinari, R.L., Cartwright, D.E., Hisard, P., Lass, H.U., & Mesquita, A. de. (1981). The seasonal transport of the Equatorial Undercurrent in the western Atlantic (during the Global Weather Experiment). Oceanologica Acta, 4, 445-450.

Kiørboe, T., (1991). Pelagic fisheries and spatio-temporal variability in zooplankton productivity. Bulletin of the Plankton Society of Japan, Spec. Vol. 229-249.

Koettker, A.G. (2008). Composição, densidade e variação espaço-temporal de larvas de decápodes e estomatópodes do arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 128 p.

Koettker, A.G., Freire, A.S., & Sumida, P.Y.G. (2010). Temporal, diel and spatial variability of decapod larvae from St Paul's Rocks, an equatorial oceanic island of Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 90, 1 -13.

Kruskal, J.B., (1964). Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. Psychometrika, 29 (2), 115-129.

Lessa, R.P., Mafalda Jr., P.O., Advíncula, R., Lucchesi, R.B., Bezerra Jr., J.L., Vaske Jr., T., & Hellebrandt, D. (1999). Distribution and abundance of ichthyoneuston at seamounts and islands off northeastern Brazil. Arch. of Fish. and Mar. Res, 47(2/3), 133-144.

Lessa, R.P., Bezerra Jr., J.L., Mafalda Jr., P.O., Vaske Jr., T., & Luchesi, R.B. (2001). Ictioneuston da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) no Nordeste do Brasil, Arquipélago São Pedro/São Paulo (Programas JOPS II e REVIZEE). *In:* Resumos do I Workshop Científico/Ambiental do Programa Arquipélago. Natal, p. 25.

Lopes, R.M., Brandini, F.P., & Gaeta, S.A. (1999). Distribution patterns of epipelagic copepods off Rio de Janeiro (SE Brazil) in summer 1991-1992 and winter 1992. Hydrobiologia, 411, 161-174.

Longhurst, A., & Williams, R. (1992). Carbon flux by seasonal vertical migrant copepods is a small number. Journal of Plankton Research. 14 (11), 1495-1509.

Macedo-Soares, L.C.P., Freire, A.S., Koettker, A.G., Menezes, B.S., Fernandez, D.B., Brandao, M. C. (2009). O Zooplâncton. In: Danielle de Lima Viana; Fábio Hissa Vieira Hazin; Marco Antonio Carvalho de Souza. (Org.). O Arquipélago de São Pedro e São Paulo: 10 anos de Estação Científica. Brasília: SECIRM, 2009, v. único, p. 128-137.

Macedo-Soares, L.C.P., Brandão, M.C., Koettker, A.G., Menezes, B.S., Stumpf, L., & Freire, A.S. (no prelo). O Zooplâncton no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. *In*: Ilhas Oceânicas, da pesquisa ao manejo, vol. 2., Eds: Museu Nacional (UFRJ) e IBAMA.

Mann, K.H., & Lazier, J.R.N. (1991). Dynamics of Marine Ecosystems*:* biological–physical interactions in the oceans. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 563 pp.

McCune, B., & Mefford, M.J. (1999). PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 4.0. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.

Marin, V.H., Delgado, L.E., & Escribano, R. (2003). Upwelling shadows at Mejillones Bay (Northern Chilean Coast): a remote sensing in situ analysis. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 31(2), 47-55.

Martin, J.W., & Davis, G.E. (2001). An update classification of the recent Crustacea. *Science Series*, 39, 1-124.

Mauchline, J. (1998). The biology of calanoid copepods. Advances in Marine Biology, 33, 1-710.

Milne-Edwards, H. (1840). Ordre des Copepodes. In: Historie Naturelle des Crustacés comprenant l'anatomie, la physiologie et la classification de ces animaux. III. Librairie Encyclopédique de Roret. Paris, 3, 411-529.

Neumann-Leitão, S., Gusmão, L.M.O., Silva, T.A., Nascimento-Vieira, D.A., & Silva, A.P. (1999). Mesozooplankton biomass and diversity in coastal and oceanic waters off North-Eastern Brazil. Archive of Fishery and Marine Research, 47 (2-3), 153-165.

Palacios, D.M. (2002) Factors influencing the island-mass effect of the Galapagos Archipelago. Geophysical Research Letters, 29(23), 2134-2137.

Pinto, N.C.T., Mafalda Jr., P., Medeiros, C., Moura, G., & Souza, C.S. (2002) Distribuição de larvas de *Katsuwonus pelamis* (Pisces, Scombridae), em larga escala, na Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil. Tropical Oceanography, Recife, 30(2), 119-131.

Piontkovski, S.A., O'brien, T.D., Umani, S.F., Krupa, E.G., Stuge, T.S., Balymbetov, K.S., Grishaeva, O.V., & Kasimov, A.G. (2006). Zooplankton and the North Atlantic Oscillation: a basin-sacale analisis. Journal of Plankton Research, 28 (11), 1039-1046.

Rissik, D., Suthers, I.M., & Taggart, C.T. (1997). Enhanced zooplankton abundance in the lee of an isolated reef in the south Coral Sea: the role of flow disturbance. Journal of Plankton Research, 19(9), 1347-1368.

Roden, G.I. (1987). Effect of seamount and seamount Chains on ocean circulation and thermohaline structure. In: Boehlert GW (ed). Geophysical monograph, 43. American Geophysical Union, Washington DC, pp. 335-354.

Rogers, A.D. (1994). The biology of seamounts. Advanced in Marine Biology, 30, 305-350.

Rupert, E.E., & Barnes, R.D. (1996). Zoologia dos Invertebrados.6ed São Paulo: Roca, 1029 p.

Russell, F.S. (1931). The vertical distribution of marine macroplankton. XI. Further observations on diurnal changes. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 17, 767–775.

Skielka, U., Soares, J., & Oliveira, A.P. (2006). Investigação dos fluxos turbulentos na interface no arquipélago de São Pedro e São Paulo. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Metereologia, Santa Catarina.

Soares-Gomes, A., & Figueiredo, A.G. (2002). O ambiente marinho. In: Pereira, R.C., & Soares-Gomes, A. [orgs.]. Biologia Marinha. Interciência, Rio de Janeiro, 382 p.

Stalcup, M.C., & Parker, C.E. (1965). Drogue measurements of shallow currents on the equator in the Western Atlantic Ocean. Deep-Sea Research, 12, 535–536.

Stramma, L., & England, M. (1999). On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. Jounal of Geophysical Research, 104, 20.863-20.883.

Stramma, L., & Schott, F. (1999). The mean flow field of the tropical Atlantic Ocean. Deep-Sea Research II, 46, 279-303.

Thorisson, K. (2006). How are the vertical migrations of copepods controlled?. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 329, 86-100.

Thurman, H.V., & Burton, E.A. (2001). Introductory oceanography. 9th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 554 p.

Travassos, P., Hazin, F.H.V., Zagaglia, J.R., Advincula, R., & Schober, J. (1999). Termohaline structure around seamonts and islands off north-eastern Brazil. Archive of Fishery and Marine Research, 47(2/3), 211-222.

Valentin, J.L. (2000). Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro: Interciência, 117 p.

Vaske Jr., T., Vooren, C.M., & Lessa, R.P. (2003). Feeding strategy of Yellowfin tuna (*Thunnus albacores*), and Wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 29(1), 173-181.

Vaske Jr., T., Lessa, R.P., de Nóbrega, M., Montealegre-Quijano, S., Santana, F.M., & Bezerra Jr., J.L. (2005). A checklist of fishes from Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. Journal of Applied Ichthyology, 21(1), 75-79.

Viana, D.L., Hazin, F.H.V., Nunes, D., Carvalho, F., Véras, D., & Travassos, P. (2008). The Wahoo *Acanthocybium solandri* fishery in the vicinity of the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil, from 1998 to 2006. Collective Volume of Scientific Papers, ICCAT, 62(5), 1662 – 1670.

Webber, M.K., & Roff, J.C. (1995). Annual structure of the copepod community and its associated pelagic environment off Discovery Bay, Jamaica. Marine Biology, 123, 467-479.

Whittaker, R.J. (1998). Island Biogeography, Ecology, Evolution, and Conservation. Oxford University Press, 285 p.

6. ANEXO.

Tabela 6. Data e horário das coletas. (Hora local no ASPSP).

Expedição observações	Mês-Ano	Data	amostras	Período	Hora local
133	Abril-2003	29	9	Noite	19:13 – 21:20
		30	9	Dia	9:37 – 11:30
141	Agosto-2003	27	9	Noite	19:05 – 20:37
		28	9	Dia	10:36 – 12:00
146	Novembro-2003	5	9	Noite	19:54 – 21:22
		7	9	Dia	9:57 – 11:15
155	Março-2004	22	9	Noite	19:00 – 20:23
		23	9	Dia	9:18 – 10:31

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

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