



Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Oceanografia  
Programa de Pós-graduação em Oceanografia



**Estrutura da comunidade e produção dos copéodes pelágicos  
dos recifes da APA Costa dos Corais (Tamandaré, PE, Brasil)**

Valdylene Tavares Pessoa Fidelis

Recife, 2014

Valdylene Tavares Pessoa Fidelis

**Estrutura da comunidade e produção dos copépodes pelágicos dos recifes da APA Costa dos Corais (Tamandaré, PE, Brasil)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciências na área de Oceanografia Biológica.

Orientadora: Profa Dra Sigrid Neumann Leitão

Co-Orientador: Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior

Recife, 2014

Catálogo na fonte

Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

F451e Fidelis, Valdylene Tavares Pessoa.

Estrutura da comunidade e produção dos copépodes pelágicos dos recifes da APA Costa dos Corais (Tamandaré, PE, Brasil) / Valdylene Tavares Pessoa Fidelis. - Recife: O Autor, 2014.

xxiv, 122 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa Dra Sigrid Neumann Leitão.

Coorientador: Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2014.

Inclui Referências.

1. Oceanografia. 2. Ciclo lunar. 3. Biomassa. 4. Variação sazonal. 5. Copepoda. I. Leitão, Sigrid Neumann. (Orientadora). II. Melo Júnior, Mauro de. (Coorientador). III. Título.

# **Estrutura da comunidade e produção dos copépodes pelágicos dos recifes da APA Costa dos Corais (Tamandaré, PE, Brasil)**

Valdylene Tavares Pessoa Fidelis

Banca examinadora

Aprovada em 27/02/2014

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sigrid Neumann Leitão-UFPE  
(Orientadora- Presidente da Banca)

---

Prof. Dr. Rauquীরio André Albuquerque Marinho da Costa – UFPA  
(Examinador titular externo)

---

Prof. Dr. Ralf Schwamborn – UFPE  
(Examinador titular Interno)

---

Profa. Dra. Tâmara de Almeida e Silva – UNEB  
(Examinador Titular Externo)

---

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa – UFPE  
(Examinador titular interno)

---

Dra. Andrea Pinto e Silva – UFPE  
(Examinador Suplente externo)

---

Prof. Dr. Manuel Flores Montes – UFPE  
(Examinador suplente interno)

*"Quero trazer à memória aquilo  
que me dá esperança". (Lm. 3:21)*

Para Jesser Fidelis, Marilene Pessoa &  
Valdy Tavares Pessoa (*in memoriam*)

## Agradecimentos

Eu sempre considerei a gratidão um dom, sempre foi algo que quis preservar dentro de mim. Entre tantas coisas que aprendi ao longo da minha vida, das mais importantes, foi que precisamos sempre uns dos outros. E como já dizia o poeta Tom Jobim: “*é impossível ser feliz sozinho*”. Tomando pra mim esta ideia, venho aqui abrir o meu coração e reconhecer que sozinha seria impossível finalizar este trabalho. Portanto, neste momento, meu coração se enche de alegria pela oportunidade de poder agradecer aos que me ajudaram nesta etapa tão importante da minha vida.

Agradeço primeiramente a Deus. Criador de tudo e de todos e fundamentador da minha fé e do meu existir. Não fosse a fé que tenho Nele nada que hoje é seria, e nada do que tiver de ser será. Obrigada Senhor por tudo o que tenho, por tudo o que sou e pelo que vier a ser. Obrigada pelos momentos bons e pelos que não foram tão bons assim. Obrigada por todos os anjos que colocou no meu caminho ao longo de minha vida e por não ter me deixado desistir as inúmeras vezes que pensei em assim fazer! Obrigada por SEMPRE me carregar no colo quando as forças me faltaram.

Agradeço a Professora Sigrid Neumann Leitão, minha orientadora, minha amiga e minha mãe científica e do coração. A esta mulher eu tenho muito que agradecer porque, assim como uma mãe faz com um filho, ela me ensinou valores, investiu em mim e o mais importante: acreditou no meu potencial quando muitas vezes nem eu acreditava. Professora, entre tantos anjos que Deus colocou na minha vida a Senhora é um dos mais importantes, sem dúvida. Obrigada por tudo que fez e tem feito por mim. Obrigada por tudo que representa pra minha vida e pra minha família. Pra mim a Senhora é um exemplo de ser humano, de profissional e de comunhão com Deus. Amo muito você!

A Dr. Mauro de Melo Júnior, meu co-orientador querido que me inspirou nesta caminhada e ao longo de toda carreira que eu venho construindo. Uma pessoa iluminada, um exemplo de profissional que me faz acreditar cada vez mais em seres humanos geniais e ao mesmo tempo generosos. Obrigada pelas dicas, sugestões, correções, incentivos, pelos puxões de orelha, pela amizade e pelo companheirismo de sempre.

Agradeço a todos os companheiros de laboratório por todos os momentos que passamos juntos e por tudo que, como equipe, construímos. À Profa. Lúcia Gusmão por

ter me ensinado tanto e por ter sido tão exigente comigo. Ao Prof. Ralf por ter sido meu primeiro orientador e ter me apresentado a o que viria ser a paixão de minha vida: o zooplâncton. À profa. Dilma Aguiar, à Dra. Andréa Pinto, à Profa. Dra. Tâmara Almeida, ao Prof. Dr. Fernando Porto, ao M. Sc. Aislan Galdino e a Dra. Xiomara Franchesca pelo companheirismo no laboratório, que acaba sendo nossa segunda casa. Agradeço por tudo que me ensinaram até hoje e por tudo que podemos compartilhar juntos. Agradeço a todos os demais que atualmente fazem parte do laboratório de Zooplâncton e que de forma sempre importante contribuíram para o meu trabalho direta ou indiretamente.

Ao Dr. Pedro Melo (que orgulho chamar ele assim), o meu querido Pêzinho. Um amigo mais chegado que um irmão. Na verdade, um irmão que a vida me deu. Um incentivador, um companheiro de estudos, de lupa, de projetos, de desafios e de aventuras. Louvo a Deus por sua vida Pê, e quero que saiba que a nossa amizade é muito importante pra mim. Obrigada por trazer By e me dar mais uma irmã tão especial e tão querida. Minha oração é para que Deus continue nos mantendo próximos, mesmo que a nossas vidas tomem caminhos diferentes.

Aos professores e todos os demais funcionários do Departamento de Oceanografia da UFPE. Agradeço a amizade, o companheirismo e a colaboração que sempre me foi dada. Em especial agradeço a Myrna Lins, a nossa querida secretária da pós-graduação, que tanto nos ajuda ao longo de nossa caminhada.

Aos funcionários do CEPENE por terem cedido o espaço e estrutura para as coletas fossem realizada da melhor forma possível. Ao Sr. Messias, pescador, que tanto nos ajudou nas coletas fizesse sol ou chuva, de dia ou no meio da madrugada. Sempre com um sorriso no rosto e nos auxiliando com toda sua experiência.

A equipe que se mobilizou pra ajudar nas cansativas coletas de campo: Zinaldo Ferreira, Lucas Figueiredo, Gabriela Oliveira, Emmanuel, Pedro Melo, Thiago Reis, Anny Gabriele, Camila, Bruno Fernandes, Érica Pinho, Jesser Fidelis, Edson Regis, Isaac Freitas, Daniel Lippi e qualquer outro que tenha participado das coletas e que eu tenha esquecido o nome neste momento. Pessoal, agradeço de coração a disponibilidade de cada um. Sem o trabalho de vocês nada disso seria possível.

Ao CNPq bela bolsa de estudo que me foi concedida e a FACEPE pelo financiamento do projeto.

Ao amigo Ricardo Paiva e ao meu Primo querido George Lima, que me ajudaram muito nos trabalhos maçantes e cansativos de preencher planilhas com as medições dos copépodes. Muito obrigada queridos!

Ao meu marido, amigo e grande amor da minha vida o Prof. Dr. Jesser Fidelis. Por tudo que representa em todas as áreas da minha vida. Meu companheiro de todas as horas, meu abrigo e meu porto seguro. Deus foi muito generoso comigo por colocar você no meu caminho, como é bom dividir a vida com você. Obrigada por não me deixar desistir e por me ajudar tanto a entender tantos dados! Amo-te, pra sempre!

Aos meus pais queridos. Por me darem a vida e me educarem. Por me incentivarem sempre, apesar das limitações que sempre tivemos! Ao meu pai, Valdy Tavares, que infelizmente, não pode ver a conclusão deste trabalho. Um trabalho que ele vibrou quando eu iniciei, que ele participou indo a campo comigo nas coletas piloto, mas que, infelizmente, não vivenciou a finalização. Agradeço pelo pai e grande amigo que foi pra mim! Sinto uma saudade tão grande que não cabe no meu peito. Agradeço a minha mãezinha, Marilene Pessoa, a mulher mais guerreira que já conheci, a melhor mãe do mundo, a minha amiga, minha referência... Obrigada mãe por tudo que sempre fez por mim, pelos valores que me ensinou, por ter dedicado a sua vida pra cuidar de mim e de minha irmã. Espero um dia poder retribuir pelo menos um pouco de tudo que já fez por mim... Palavras são insuficientes pra descrever a gratidão, o amor e a admiração que sinto pela Senhora!

À minha irmã, Valquiria Tavares, que sempre esteve ao meu lado e que é parte do que fui, do que sou e uma pessoa que eu quero sempre ao meu lado! Te amo minha irmã querida! Agradeço a Anne Caroline, minha prima- irmã e filha do coração, por mesmo muitas vezes nem sabendo, me ajudar tanto a ver a vida de um jeito todo especial. Maga, na minha vida vc é um anjo que chegou se hospedou e eu quero que fique pra sempre, te amo minha pequena.

A todos os meus parentes (cunhados, cunhadas, sogra, sogro, primas, primos, tios, tias...) e amigos (da vida, da graduação, especialização, mestrado e doutorado). Agradeço pela companhia, compreensão, amizade, pelos momentos bons e pelos momentos não tão bons assim... A minha vida sem vocês não teria e menor graça!

Aos amigos, irmãos em Cristo e companheiros de fé da Igreja Evangélica Batista em Casa Amarela que são fundamentais na minha vida.

Finalizo agradecendo mais uma vez a Deus por essa oportunidade de aprender um pouco mais na minha caminhada e por ter, enfim, finalizado mais esse desafio.

## Sumário

Índice de Figuras	xii
Índice de Tabelas	xviii
Resumo	xxiii
Abstract	xxiv
1. Introdução	1
2. Hipóteses	9
3. Objetivos	9
3.1. Objetivo Geral:	9
3.2. Objetivos Específicos:	9
4. Material e métodos	11
4.1. Descrição da área	11
4.2. Desenho amostral	14
4.3. Dados Ambientais	15
4.3.1. Dados climatológicos	15
4.3.2. Temperatura	15
4.3.3. Salinidade	15
4.3.4. Clorofila- <i>a</i>	15
4.3.5. Material em suspensão	16
4.4. Dados Bióticos	16
4.4.1. Coleta de plâncton	16

4.5.	Obtenção dos dados sobre os copépodes pelágicos	17
4.5.1.	Tamanho, Peso e biomassa	17
4.5.2.	Taxas de Crescimento	19
4.5.3.	Produção	19
4.6.	Análise de dados	20
4.6.1.	Densidade	20
4.6.2.	Frequência de ocorrência	20
4.6.3.	Abundância relativa	21
4.6.4.	Diversidade e equitabilidade	21
4.6.5.	Estatística	22
4.6.6.	Análises Multivariadas	23
5.	Resultados	25
5.1.	Variáveis ambientais	25
5.2.	Descritores biológicos	29
5.2.1.	Composição	29
5.2.2.	Frequência de ocorrência e Abundância Relativa	30
5.2.3.	Riqueza, diversidade e equitabilidade	33
5.2.4.	Densidade e biomassa da comunidade	36
5.2.5.	Análises multivariadas	43
5.3.	Produção estimada da comunidade dos copépodes	46
5.4.	Dinâmica populacional e produção estimada das principais espécies	51
5.4.1.	<i>Acartia lilljeborgi</i>	51

5.4.2. <i>Paracalanus quasimodo</i>	59
5.4.3. <i>Pseudodiaptomus acutus</i>	66
5.4.4. <i>Calanopia americana</i>	73
5.4.5. <i>Temora turbinata</i>	80
6. Discussão	87
7. Conclusões	98
8. Referências Bibliográficas	100

## Índice de Figuras

- Figura 1. Mapa da área de estudo, Tamandaré, Pernambuco, Brasil. (latitude de 8°45'S e na longitude de 35°00'W). 11
- Figura 2. Mapa da área de estudo, com estação fixa de coleta localizada em Tamandaré, Pernambuco, Brasil. 14
- Figura 3. Diagrama da análise dos componentes principais (ACP) aplicada aos dados abióticos das amostras coletadas realizadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil). Amostras coletadas nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Temp = Temperatura; Sal = salinidade; Clo = clorofila-*a*; Pluv = pluviometria; MPS = material particulado em suspensão. 26
- Figura 4. Curvas de dominância das espécies dos copépodes relacionadas aos períodos chuvoso e seco das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 35
- Figura 5. Valores médios de densidade, incluindo o desvio padrão, da comunidade dos copépodes pelágicos, comparando os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 36
- Figura 6. Análise de ordenamento (MDS) para os dados de densidade da comunidade dos copépodes entre os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 37
- Figura 7. Distribuição dos valores de densidade das espécies de copépodes pelágicos considerando os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa

dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 38

Figura 8. Valores médios de densidade, incluindo o desvio padrão, da comunidade dos copépodes pelágicos comparando as fases diferentes fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 39

Figura 9. Valores médios de densidade, incluindo o desvio padrão, da comunidade dos copépodes pelágicos comparando as fases diferentes fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 40

Figura 10. Variação do valor de biomassa total para os períodos seco e chuvoso, fases da lua e turno do dia, dos copépodes pelágicos das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 42

Figura 11. Análise de agrupo das espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 44

Figura 12. Valores médios produção secundária, incluindo o desvio padrão, das onze principais espécies de copépodes pelágicos comparando os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 48

Figura 13. Valores médios produção secundária, incluindo o desvio padrão, das onze principais espécies dos copépodes pelágicos comparando as fases da lua entre si e entre os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos

Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 49

Figura 14. Valores médios produção secundária, incluindo o desvio padrão, das onze principais espécies de copépodes pelágicos comparando as fases os turnos do dia entre sí, e entre os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 50

Figura 15. Valores de densidade média (com desvio padrão) enfatizando a variação sazonal e nictemeral comparação entre *A. lilljeborgi* e as demais espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 51

Figura 16. Média geral, com desvio padrão, dos valores de densidade de *A. lilljeborgi* apresentando as diferenças observadas entre o dia e a noite, entre os períodos seco e chuvoso e entre as luas das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 53

Figura 17. Proporção entre juvenil, macho e fêmea de *A. lilljeborgi* variação sazonal, nictemeral e entre as fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Cres = lua crescente. Ming = fase da lua minguante, D = dia, N = noite; ♂ = Macho, ♀ = fêmea . 56

Figura 18. Valores de densidade média (com desvio padrão) enfatizando a variação sazonal e nictemeral comparação entre *P. quasimodo* e as demais espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré,

(Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 59

Figura 19. Média geral, com desvio padrão, dos valores de densidade de *P. quasimodo* apresentando as diferenças observadas entre o dia e a noite, entre os períodos seco e chuvoso e entre as luas das amostradas coletadas na área recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil. 62

Figura 20. Proporção entre juvenil, macho e fêmea de *P. quasimodo* variação sazonal, nictemeral e entre as fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Cres = lua crescente. Ming = fase da lua minguante, D = dia, N = noite; ♂ = Macho, ♀ = fêmea . 63

Figura 21. Valores de densidade média (com desvio padrão) enfatizando a variação sazonal e nictemeral comparação entre *P. acutus* e as demais espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 66

Figura 22. Média geral, com desvio padrão, dos valores de densidade de *P. acutus* apresentando as diferenças observadas entre o dia e a noite, entre os períodos seco e chuvoso e entre as luas das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 69

Figura 23. Proporção entre juvenil, macho e fêmea de *P. acutus* variação sazonal, nictemeral e entre as fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e

novembro/dezembro de 2010. Cres = lua crescente. Ming = fase da lua minguante, D = dia, N = noite; ♂ = Macho, ♀ = fêmea . 70

Figura 24. Valores de densidade média (com desvio padrão) enfatizando a variação sazonal e nictemeral comparação entre *C. americana* e as demais espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 74

Figura 25. Média geral, com desvio padrão, dos valores de densidade de *C. americana* apresentando as diferenças observadas entre o dia e a noite, entre os períodos seco e chuvoso e entre as luas das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 75

Figura 26. Proporção entre juvenil, macho e fêmea de *C. americana* variação sazonal, nictemeral e entre as fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Cres = lua crescente. Ming = fase da lua minguante, D = dia, N = noite; ♂ = Macho, ♀ = fêmea. 77

Figura 27. Valores de densidade média (com desvio padrão) enfatizando a variação sazonal e nictemeral comparação entre *T. turbinata* e as demais espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 80

Figura 28. Média geral, com desvio padrão, dos valores de densidade de *T. turbinata* apresentando as diferenças observadas entre o dia e a noite, entre os períodos seco e chuvoso e entre as luas das amostras coletadas na APA Costa dos

Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 83

Figura 29. Proporção entre juvenil, macho e fêmea de *T. turbinata* variação sazonal, nictemeral e entre as fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Cres = lua crescente. Ming = fase da lua minguante, D = dia, N = noite; ♂ = Macho, ♀ = fêmea. 84

## Índice de tabelas

- Tabela 1. Equações de regressão utilizadas para obtenção de peso seco a partir do comprimento do prossomo das espécies de copépodes pelágicos coletados na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010 (Adaptada de Melo Júnior, 2009). CP: Comprimento do Prossomo e PS: Peso Seco; 18
- Tabela 2A. Dados abióticos, relacionados ao período chuvoso (Julho/agosto 2010), das coletadas realizadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, Pernambuco, Brasil. Temp = Temperatura; Chl-*a* = clorofila-*a*; Pluv. = pluviometria; MPS = material particulado em suspensão. 27
- Tabela 2B. Dados abióticos, relacionados ao período chuvoso (Julho/agosto 2010), das coletadas realizadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, Pernambuco, Brasil. Temp = Temperatura; Chl-*a* = clorofila-*a*; Pluv. = pluviometria; MPS = material particulado em suspensão. 28
- Tabela 3. Composição, distribuição, classificação e frequência de ocorrência das espécies dos copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 31
- Tabela 4. Abundância relativa das espécies de copépodes durante os períodos seco e chuvoso e as diferentes fases da lua, das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Todos os valores expressos em porcentagem. \*Espécies mais abundantes em cada fase da lua. 32
- Tabela 5. Valores de Riqueza de espécies (S), diversidade de Shannon (H') e equitabilidade de Pielou (J') da comunidade dos copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 34

- Tabela 6. Resumo das ANOVA aplicadas aos descritores biológicos (Densidade, Diversidade de Shannon =  $H'$ ; Equitabilidade de Pielou =  $J$ ) da comunidade dos copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 41
- Tabela 7. PERMANOVA aplicada aos dados de densidade das espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 43
- Tabela 8. Resultado da análise SIMPER indicando contribuição das espécies de copépodes pelágicos para o grau de (dis) similaridade entre os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 45
- Tabela 9. Resulta da rotina Best-Bioenv aplicado aos dado abióticos e da comunidade de copépodes pelágicos comparando os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 46
- Tabela 10. Proporção macho/fêmea de *A. lilljeborgi* comparando amostras coletadas nos períodos chuvoso e seco, em diferentes fases de lua e durante o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 57
- Tabela 11. Variação dos valores de biomassa e produção de *A. lilljeborgi* (valores médios e desvio padrão), comparação entre períodos seco e chuvoso, entre as fases da lua e entre o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 58
- Tabela 12. Correlação entre os valores de densidade, biomassa e produção de *A. lilljeborgi* e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila-*a* e Material particulado em suspensão) noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 58

- Tabela 13. Proporção macho/fêmea de *P. quasimodo* comparando amostras coletadas nos períodos chuvoso e seco, em diferentes fases de lua e durante o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 64
- Tabela 14. Variação dos valores de biomassa e produção de *P. quasimodo* (valores médios e desvio padrão), comparação entre períodos seco e chuvoso, entre as fases da lua e entre o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 65
- Tabela 15. Correlação entre os valores de densidade, biomassa e produção de *P. quasimodo* e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila-*a* e Material particulado em suspensão) das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 65
- Tabela 16. Proporção macho/fêmea de *P. acutus* comparando amostras coletadas nos períodos chuvoso e seco, em diferentes fases de lua e durante o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 71
- Tabela 17. Variação dos valores de biomassa e produção de *P. acutus* (valores médios e desvio padrão), comparação entre períodos seco e chuvoso, entre as fases da lua e entre o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 71
- Tabela 18. Correlação entre os valores de densidade, biomassa e produção de *P. acutus* e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila-*a* e Material particulado em suspensão) das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 72
- Tabela 19. Proporção macho/fêmea de *C. americana* comparando amostras coletadas nos períodos chuvoso e seco, em diferentes fases de lua e durante o dia e a noite das

- amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 76
- Tabela 20. Variação dos valores de biomassa e produção de *C. americana* (valores médios e desvio padrão), comparação entre períodos seco e chuvoso, entre as fases da lua e entre o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 79
- Tabela 21. Correlação entre os valores de densidade, biomassa e produção de *C. americana* e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila-*a* e Material particulado em suspensão) das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 79
- Tabela 22. Proporção macho/fêmea de *T. turbinata* comparando amostras coletadas nos períodos chuvoso e seco, em diferentes fases de lua e durante o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 85
- Tabela 23. Variação dos valores de biomassa e produção de *T. turbinata* (valores médios e desvio padrão), comparação entre períodos seco e chuvoso, entre as fases da lua e entre o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 85
- Tabela 24. Correlação entre os valores de densidade, biomassa e produção de *T. turbinata* e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila-*a* e Material particulado em suspensão) das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 86
- Tabela 25. Comparação entre a produção secundária média dos copépodes pelágicos entre alguns ecossistemas tropicais e subtropicais do mundo, incluindo os valores de produção das amostras coletadas realizadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. 97



## Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar a estrutura da comunidade e estimar produção dos copépodes pelágicos do ambiente recifal em diferentes escalas temporais. As amostras foram coletadas em uma estação fixa dentro da baía Tamandaré durante a maré vazante, ao longo de quatro ciclos lunares, durante os períodos seco (novembro/dezembro de 2010) e chuvoso (julho/agosto 2010) e durante os períodos diurnos e noturnos. Foram coletados dados de pluviometria, temperatura, salinidade, material particulado em suspensão e clorofila-*a*. As amostras de plâncton foram obtidas através da utilização de arrastos subsuperficiais horizontais usando uma rede cônica (malha de abertura de 200  $\mu\text{m}$ ). O material coletado foi fixado e as amostras foram analisadas por contagem, identificação, classificação por estágio de desenvolvimento, sexo e medição das espécies de copépodes presentes nas subamostras. Foram realizados cálculos de densidade, diversidade, riqueza e a frequência de ocorrência para todas as espécies de copépodes pelágicos. A partir das medidas do prossomo dos copépodes foi calculado o peso dos organismos e subsequentemente foram feitos os cálculos de biomassa e das taxas de crescimento e finalmente dos dados de produtividade. As análises realizadas sugerem que a comunidade de copépodes pelágicos do mesozoplâncton associada aos recifes de Tamandaré é regida por fatores ambientais totalmente associados a variações sazonais, principalmente pela pluviosidade, MPS e também pela salinidade. Foram identificados 22 espécies para região, e as espécies que mais frequentes e abundantes ao longo de todo estudo foram: *Acartia lilljeborgi*, *Paracalanus quasimodo*, *Temora turbinata*, *Pseudodiaptomus acutus* e *Calanopia americana*. Os valores densidade ( $694,6 \pm 239,4$  e  $260,7 \pm 481,2$  ind. $\text{m}^{-3}$  seco e chuvoso), biomassa ( $1452,02 \pm 1072,40$  e  $200,43 \pm 200,27$   $\mu\text{g C m}^{-3}$  seco e chuvoso) e produção ( $360,640 \pm 261,60$  e  $50,147 \pm 50,12$   $\mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$  seco e chuvoso) foram significativamente diferentes entre os períodos seco e chuvoso, com maiores valores observados no período seco. Em relação aos turnos diurno/noturno também existe diferenças significativas para os valores de densidade, biomassa e produção, e os maiores valores foram registrados durante a noite. Portanto, pode-se concluir que assim como a estrutura da comunidade, a produção estimada das principais espécies de copépodes pelágicos de um ambiente recifal é influenciada pelas variações sazonais e nictemeral. Existe influencia das fases da lua, sobre a estrutura da comunidade considerando cada período individualmente e estes dados foram corroborados pelas análises estatísticas ANOVA e PERMANOVA aplicados aos dados de densidade total e das espécies, respectivamente. Em relação aos dados de biomassa e produção, analisados de forma geral, as variações dos ciclos lunares não parecem influenciar de forma significativa a produtividade das espécies de copépodes da região.

Palavras chave: Ciclo lunar, biomassa, variação sazonal, Copepoda.

## Abstract

The aim of this study was to analyze the community structure and to estimate the production of pelagic copepods on the reef environment at different time scales. Samples were taken at one station in the Tamandaré bay at ebb tide, along four lunar cycles, during dry (November and December 2010) and rainy periods (July and August 2010) and during the days and nights. Data of rainfall, temperature, salinity, suspended particulate matter (SPM) and chlorophyll-*a* were collected. The plankton samples were obtained through the use of subsurface horizontal hauls with a plankton net (mesh size of 200  $\mu\text{m}$ ). The material was fixed and the samples were analyzed by counting, identification, classification by stage of development, sex and measurement of copepod species present in the subsamples. Calculations of density, diversity, richness and frequency of occurrence were performed for all species of pelagic copepods. From the measurements of the copepod prosome, the weight of the organisms was obtained and subsequently the biomass and growth rates, and ultimately the productivity data, were calculated. The performed analysis suggest that the pelagic copepods community of the mesozooplankton associated with the reefs of Tamandaré is regulated by environmental factors entirely associated with seasonal variations, mainly rainfall, SPM and also by salinity. For the region, 22 species were identified, and the most frequent and abundant species throughout the study were: *Acartia lilljeborgi*, *Paracalanus quasimodo*, *Temora turbinata*, *Pseudodiaptomus acutus* and *Calanopia americana*. The values of density ( $694.60 \pm 239.40$  and  $260.70 \pm 481.20$  ind.  $\text{m}^{-3}$  dry and rainy seasons), biomass ( $1,452.02 \pm 1,072.40$  and  $200.43 \pm 200.27$   $\mu\text{g C m}^{-3}$  dry and rainy seasons) and production ( $360.64 \pm 261.60$  and  $50.14 \pm 50.12$   $\mu\text{g C m}^{-3} \text{ day}^{-1}$  dry and rainy seasons) were significantly different between the dry and rainy seasons, with higher values being observed in the dry season. Regarding the period of the day, there are also significant differences in the values of density, biomass and production, and the highest values were recorded during the night. Therefore, it can be concluded that, as well as the community structure, the estimated production of the main species of pelagic copepods on a reef environment is influenced by seasonal and nictemeral variations. There is influence of the moon phases on the structure of the community, considering each period individually. This result was corroborated by the ANOVA and PERMANOVA statistical analysis applied to the data of total and species density, respectively. Regarding biomass and production data, analyzed in general, the variations of lunar cycles do not seem to significantly influence the productivity of copepod species in the region.

Keywords: Lunar cycle, biomass, seasonal variation, Copepoda.

## 1. Introdução

O ambiente recifal é um ecossistema que apresenta uma rede complexa de habitats, além de uma enorme diversidade de nichos ecológicos, abrigando grande diversidade de espécies, com variadas relações intra e interespecíficas (Hay, 1995, Sheppard *et al.*, 2009). Além disso, a importância dos ambientes recifais não reside apenas na produção primária elevada, comum nesses ambientes, mas também na sua alta eficiência de uso das fontes de energia primária nos processos heterotróficos, que suportam uma comunidade rica de animais, incluindo muitas espécies bentônicas e nectônicas, além dos próprios organismos planctônicos (Sorokin, 1990a; Sorokin, 1990b).

Apesar de serem minúsculos e viverem a mercê das correntes, os organismos planctônicos são de grande importância para os ambientes marinhos. O papel do plâncton no ecossistema recifal vai além da sua contribuição para biodiversidade local, e é geralmente estimado a partir da produtividade primária e secundária da coluna d'água, uma vez que estes processos respondem rapidamente às variações ambientais, auxiliando na avaliação do funcionamento do ecossistema (Sorokin, 1990 a).

As comunidades planctônicas estão conectadas aos demais compartimentos dentro de um ambiente recifal, estando inseridas em seu sistema trófico (Sorokin, 1990 b). O zooplâncton tem um papel relevante no funcionamento e na produtividade dos ecossistemas aquáticos através de seu impacto na dinâmica dos nutrientes e na sua posição chave nas teias tróficas (Pagano *et al.*, 2012). A maior parte do mesozooplâncton exerce um forte impacto sobre o fitoplâncton e sobre o microzooplâncton (Pont, 1995; Calbet, 2008), sendo ele mesmo alimento para organismos dos níveis tróficos superiores (Pinel-Alloul, 1995). Organismos do

zooplâncton podem também ser usados como indicadores biológicos de poluição, qualidade da água e eutrofização (Attayde e Bozelli, 1998; Webber *et al.*, 2005).

Em ambientes recifais, os organismos zooplanctônicos são importantes contribuintes para as cadeias alimentares pelágicas e bentônicas (Bozec *et al.*, 2004; Alldredge e King, 2009). A fauna recifal é conhecida por ser dominada por organismos planctívoros (Harmelin-Vivien, 1981; Sorokin, 1990a, 1993). O fitoplâncton e o microplâncton heterotrófico servem de alimento para inúmeros filtradores pelágicos e bentônicos inclusive aqueles que se alimentam do sedimento. O zooplâncton é a fonte básica alimentar para vários predadores pelágicos como larvas de peixes, peixes planctívoros e onívoros, celenterados pelágicos e bentônicos, briozoários, tunicados entre outros organismos. Conseqüentemente, a dinâmica trófica dos recifes depende de forma crítica da dinâmica da comunidade planctônica nas águas circunvizinhas aos recifes.

Entre os organismos planctônicos, os copépodes são os metazoários mais numerosos do planeta (Mauchline, 1998; Turner, 2004; Schminke, 2007), os mais eficientes pastadores (grazers) dos oceanos e o principal elo trófico entre a produção primária e a maioria dos peixes planctívoros (Turner, 1984). Eles dominam o mesozooplâncton e geralmente correspondem a 80% dos valores de biomassa nesses ambientes (Verity e Smetacek, 1996).

De acordo com uma das classificações mais aceitas atualmente, existem dez ordens de copépodes (Boxshall e Halsey, 2004) e, dentre estas, as de maior importância em termos de densidade e biomassa no plâncton marinho são os calanóides, os ciclopoídes e os harpacticóides. Os copépodes são muito importantes no ecossistema marinho estando relacionados à teia alimentar clássica e são relacionados de forma

muito importante aos processos que ocorrem na alça microbiana (Kjørboe, 2008). A atividade metabólica destes pequenos crustáceos é de importância fundamental nos ciclos biogeoquímicos e no fluxo de energia nos ecossistemas marinhos (Miller, 2004; Longhurst e Pauly, 2007). A maioria das espécies possui hábito onívoro, com predominância herbívora, carnívora ou detritívora (Calbet *et al*, 2001; Turner, 2004; Calbet, 2008; Kjørboe, 2008).

Devido a sua destacada importância numérica e ecológica nos ecossistemas marinhos, os copépodes planctônicos são o foco da maioria das pesquisas em ambientes pelágicos. Na maioria dos estudos com copépodes, os dados de crescimento peso-específico fecundidade e de crescimento somático são utilizados para descrever como estes organismos são capazes de fornecer energia para níveis tróficos mais elevados. A partir daí, produtividade tornou-se um assunto central e bastante estudado nas pesquisas relacionadas a plâncton marinho ao longo das últimas décadas (Runge e Roff, 2000).

As interações entre os recifes e as águas circundantes são pobremente conhecidas e estudos sobre o plâncton recifal precisam focar o problema principal da ecologia de recifes, que sugere a discrepância entre baixa produtividade pelágica das águas recifais classificadas como oligotróficas (Furnas, 1991) e a abundância e diversidade da fauna recifal planctívora. Existem três causas principais para este desequilíbrio: (1) uma subestimação da contribuição de microheterótrofos à produção de alimento particulado; (2) uma subestimação do “standing stock” do mesozooplâncton; e (3) que somente a produção planctônica (não apenas o “standing stock”) está disponível para a fauna recifal planctívora.

Este desequilíbrio tem sido sugerido em diversas publicações para a produtividade primária e abundância do plâncton em águas do maior sistema de recifes

de corais do mundo a “Grande Barreira de Corais” (Moriarty *et al.*, 1985; Jacoby e Greenwood, 1988; Furnas e Mitchell, 1990; Roman *et al.*, 1990; Brodie *et al.*, 1997; McKinnon *et al.*, 2005), e também para outros ecossistemas recifais (Pagano *et al.*, 2012). Desta forma, a importância dos ecossistemas recifais não consiste apenas na produção extremamente elevada do bentos e de peixes, mas também na sua alta eficiência de uso das fontes de energia primária nos processos heterotróficos (Sorokin, 1990a; Sorokin, 1990b).

No geral, o plâncton de águas recifais é relativamente bem estudado no mundo (Kramer, 1897; Odum e Odum, 1955; Bakus, 1964; Sorokin, 1990a; McKinnon, 1991; Ayukay, 1995; Yahel *et al.*, 1998; Tada, *et al.*, 2003; McKinnon *et al.*, 2005), embora no Brasil este fato ainda não seja uma realidade (Sorokin, 1990a; Porto Neto *et al.*, 2000; Silva, 2005), contudo esclarecer as 3 questões acima é prioridade e para tal conhecer a produção do plâncton é de grande relevância.

A produção planctônica de ecossistemas recifais tem despertado grande interesse científico, principalmente considerando as consequências do aquecimento global sobre os corais. Com a redução de zooxantelas ocasionada por esse fenômeno mundial, a contribuição do plâncton para a comunidade de corais e, conseqüentemente, para várias espécies de peixes e invertebrados que vivem associados a esses ecossistemas, torna-se extremamente importante. Entretanto, sabe-se muito pouco sobre a importância dos organismos planctônicos para a comunidade recifal em águas brasileiras. Dentre as possíveis formas de se estimar o real valor do plâncton para o ecossistema recifal, uma das mais aceitas e eficientes é avaliando a sazonalidade da produtividade, e também avaliando processos que interferem na dinâmica e na distribuição dos organismos como, por exemplo, as interferências de fatores variação dos ciclos lunares e dos processos de migração vertical ao longo do dia em determinadas

espécies (Lewis, 1981; Sorokin, 1990a; Hernández-León, 1998; Holzman *et al.*, 2005; Yahel, Yahel e Genin, 2005; Hernández-León *et al.*, 2001).

A produção secundária é afetada diretamente por diversos fatores químicos e biológicos que influenciam a estrutura e a distribuição das comunidades do zooplâncton marinho (Miller, 2004). Embora tenha havido constantes esforços para a avaliação da produtividade secundária em ambientes aquáticos, esta nunca foi uma avaliação fácil de se fazer, pois infelizmente nenhum método existente é completamente satisfatório. Contudo, medidas precisas e estimativas instantâneas de produção zooplanctônica se tornam cada vez mais urgentes para a biologia (Bergeron, 1995; Biegala *et al.*, 1999).

Existe uma grande variedade de métodos para a avaliação de crescimento do zooplâncton marinho, tais como as análises de coorte (Mullin, 1969; Greze, 1978; Uye, 1982), a técnica de “coortes artificiais” (Kimmerer e Mckinnon, 1987), métodos baseados na estimativa de produção de ovos (Marshall e Orr, 1955; Sekiguchi *et al.*, 1980; Poulet *et al.*, 1995; Lopes *et al.*, 2007), frequência de mudas (Burkill e Kendal 1982; Peterson *et al.*, 1991; Hutchings *et al.*, 1995) e a medição de taxas metabólicas (Omori e Ikeda, 1984; Le Borgne, 1986). Estes métodos são principalmente aplicados em estudos realizados com copépodes. Apesar da grande quantidade de trabalhos desenvolvidos com este grupo, a necessidade de metodologias apropriadas para obter medidas espacial e temporalmente específicas de crescimento continua sendo o maior obstáculo para se obter dados necessários para se estimar as reais condições no campo (Huntley e Lopez 1992; Mckinnon, 1996; Hirst e Bunker, 2003).

Outro método muito utilizado é a aplicação de modelos globais para o cálculo das taxas de crescimento e, conseqüentemente, para se estimar a produção secundária, a partir de variáveis ambientais, considerando particularmente a temperatura da água, a

clorofila-*a* e a biomassa dos principais grupos, sobretudo copépodes (Huntley e Lopez, 1992; Hirst e Lampitt, 1998; Hirst e Bunker, 2003).

A avaliação da produção secundária em ecossistemas pelágicos foi considerada como um assunto principal na oceanografia biológica, e hoje em dia ainda permanece como um grande desafio (Bergeron, 1995), uma vez que são poucos os trabalhos de pesquisa nesta área, principalmente em áreas tropicais e subtropicais. Segundo Downing (1984) e Kimmerer (1987) existem diversas razões para o estudo da produtividade secundária em ambientes aquáticos, entre elas (1) a elucidação da transferência de material e energia entre comunidades e o ecossistema, (2) o gerenciamento racional dos recursos aquáticos, (3) a formação de teorias gerais de produtividade e (4) a detecção de efeitos de poluentes.

Apesar da extensiva literatura sobre a estrutura da comunidade zooplancônica em ecossistemas recifais (Mckinnon 1991; Klumpp e Mckinnon, 1992; Mckinnon, *et al.*, 2005) e em áreas neríticas de diversas partes do mundo (Kiørboe, 1994; Hopcroft e Lombard, 1998; Kiørboe, 1997) são desconhecidos os padrões de produção destes organismos em ecossistemas marinhos tropicais no litoral brasileiro (Lopes, 2007). Da mesma forma, os estudos sobre a dinâmica da produtividade secundária com copépodes pelágicos em ambientes recifais não foram realizados até o momento no Brasil.

Dentre os recifes do Nordeste do Brasil, destaca-se a área compreendida entre Tamandaré (PE) e Paripueira (AL), uma das poucas onde se desenvolvem inúmeras espécies de corais, além de apresentar uma fauna e flora bastante diversa, tanto que nesta região foi criada uma das maiores unidades de conservação marinha do Brasil. A Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APA Costa dos Corais) foi também a primeira unidade de conservação federal a incluir os ecossistemas recifais em seus

limites e corresponde a uma área que vai desde a linha dos 33 metros de preamar até cerca de 18 milhas da costa, o que inclui toda a plataforma até a borda do talude continental. Nesta área de proteção, estão incluídos biótipos e vários tipos de ecossistemas, tais como o manguezal, pradarias de fanerógamas, fundos de lama, areia, corais e fundos de algas calcárias, até o limite mais profundo, onde ocorre fundo consolidado de origem orgânica (Ferreira *et al.*, 1998).

Associados aos mangues, os recifes da APA Costa dos Corais representam o suporte para a manutenção da intensa atividade pesqueira artesanal na região (Ferreira e Cava, 2001). Considerando a interligação destes recifes a diversos outros ambientes (Ferreira *et al.*, 1998) e o fato de que os processos ecológicos de um dado sistema são altamente dependentes desta conectividade (Valiela, 1995). A APA Costa dos Corais conta com duas áreas de exclusão de pesca e turismo, onde atividades de pesquisas e monitoramento têm sido desenvolvidas. Alguns resultados desses estudos, feitos com peixes através de senso visual na área fechada de Tamandaré, mostraram um aumento após um ano, de quatro vezes no número de peixes com relação à área aberta (Ferreira *et al.*, 2001).

No decorrer da última década, vários projetos de pesquisa vêm sendo elaborados na área recifal de Tamandaré. As referências anteriores são escassas, sendo a maior parte ligada a estudos efetuados na baía de Tamandaré, podendo-se citar, entre outros, os trabalhos de Rebouças (1962, 1966), Santos Filho (1969), Mablesone e Coutinho (1970), Santana-Barreto *et al.* (1981), Amaral (1986), Santana-Barreto (1986), Santana-Barreto e Moura (1986), Moura (1991), Duarte (1993), Moura e Passavante (1994/1995), Maida e Ferreira (1995), Coelho e Ramos-Porto (1995), Coelho-Santos e Coelho (1995), Ferreira *et al.* (1995), Porto Neto *et al.* (2000), Nascimento-Vieira (2000), Teixeira (2002), Silva (2005). Apesar de ser um ambiente relativamente bem

estudado, raros são os estudos enfatizando a dinâmica da produtividade de todo o ecossistema recifal, seja considerando o domínio bentônico, quanto o pelágico. Para este último sistema, os dados são praticamente inexistentes.

A análise de da dinâmica dos ecossistemas recifais e dos possíveis impactos e distúrbios causados aos recifes requer a caracterização prévia do entendimento funcional destes ecossistemas como, por exemplo, conhecer a diversidade de espécies de uma determinada área, analisar a estrutura da comunidade, entender variação anual da produtividade planctônica, entre outros. É muito importante caracterizar a produção de populações de copépodes pelágicos em um ambiente recifal tropical, visto que a maior parte das teorias ecológicas sobre a produção destes organismos foi formulada a partir de dados obtidos em ecossistemas de regiões temperadas e subtropicais.

## **2. Hipóteses**

**Hipótese 1:** A estrutura da comunidade dos copépodes pelágicos de um ambiente recifal é influenciada por diferentes escalas temporais (período seco e chuvoso, fases da lua e variação nictemeral).

**Hipótese 2:** A produção das principais espécies de copépodes pelágicos de um ambiente recifal é influenciada por diferentes escalas temporais (período seco e chuvoso, fases da lua e variação nictemeral).

## **3. Objetivos**

### **3.1. Objetivo Geral:**

Analisar a estrutura da comunidade e a produção dos copépodes pelágicos dominantes do ambiente recifal da APA Costa dos Corais (Tamandaré, PE, Brasil) em diferentes escalas temporais.

### **3.2. Objetivos Específicos:**

- Caracterizar a estrutura da comunidade de copépodes pelágicos de um ambiente recifal em diferentes escalas (sazonal, nictemeral e entre as fases da lua).
- Verificar as associações existentes entre as espécies de copépodes pelágicos e quais os fatores abióticos que interferem na estruturação da comunidade;

- Estimar o peso seco específico dos copépodes pelágicos dominantes do ecossistema recifal, com base em equações de regressão peso/comprimento disponíveis na literatura para regiões tropicais.
- Determinar as taxas de crescimento dos copépodes pelágicos com base no modelo de Hirst e Bunker (2003).
- Estimar os valores de produção das principais espécies de copépodes pelágicos de um ambiente recifal.

## 4. Material e métodos

### 4.1. Descrição da área

O município de Tamandaré está situado aproximadamente a 110 km ao sul da cidade do Recife, estado de Pernambuco (Brasil) tendo como fronteira norte o município de Rio Formoso e ao sul o município de Barreiros (Figura 1).

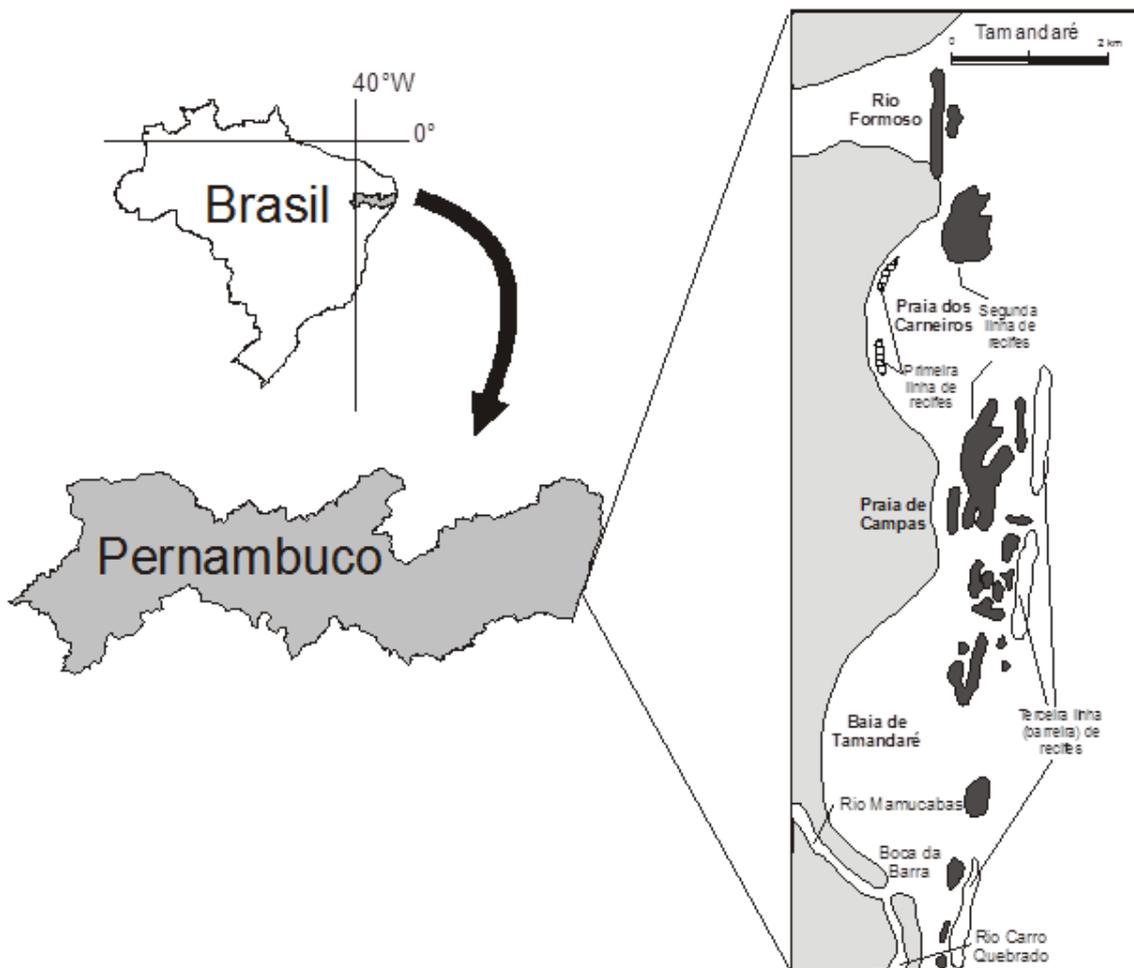


Figura 1. Mapa da área de estudo, Tamandaré, Pernambuco, Brasil (latitude de 8°45'S e na longitude de 35°00'W).

O clima é do tipo litorâneo, quente e úmido, As' no sistema de classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica anual elevada, em torno de 2.000 mm, com maior concentração de chuvas de maio a setembro. A temperatura do ar varia entre 25°C

e 30°C. A área sofre influência dos ventos alísios que sopram, predominantemente, da direção SE e NE (Nimer, 1979; Moura, 1991). As marés são semidiurnas com amplitude máxima de 2,4 m. A transparência da água oscila em função da pluviometria e do aporte terrestre, apresentando uma visibilidade que varia entre 1 e 20 metros (Maida e Ferreira, 1995). A temperatura da água do mar varia, aproximadamente, entre 24°C e 31°C (Moura, 1991).

A rede hidrográfica da área é formada pelos rios: Formoso, Calhetas, Una, Mamucaba e Carro Quebrado. Segundo classificação dos tipos de litorais (Santos Filho, 1969), Tamandaré é do tipo Atlântico. Nesta região podem ser visualizados barrancos, morros elevados e enseadas, assim como recifes e/ou cordões de arenitos (“beach rocks”), ao longo da sua linha de costa. A região costeira tem cerca de 9 km de extensão, dividida em três áreas: praia dos Carneiros, praia de Campas e Baía de Tamandaré (Maida e Ferreira, 1995).

A Baía de Tamandaré apresenta forma semicircular, com concavidade voltada para leste e tem como principais limites o “Pontal do Lira” ao norte, a Ponta de Mamucabinha ao sul, formações recifais a leste, e a linha de praia a oeste (Moura, 1991). O limite leste desta enseada, conhecido vulgarmente como “Barra”, caracteriza-se pelo barramento natural oferecido pelos recifes, os quais permitem a comunicação com o mar aberto através de dois canais naturais (Ramos-Porto e Oliveira, 1984). Ao norte do “Pontal do Lira”, “onde as formações recifais são mais numerosas, está a enseada de Campas. Nesta, a praia é mais larga e apresenta um declive suave em direção à primeira linha de recifes (Rebouças, 1966). Tanto na enseada de Campas, como na de Carneiros mais ao norte, os recifes tendem a apresentar seu eixo maior paralelo à linha de praia. Segundo Maida e Ferreira (1997), na região de Tamandaré são

identificados três grupos de formações recifais, dispostas em linhas quase paralelas à costa.

A primeira linha recifal, próxima à praia, é formada de estruturas arenosas e expostas durante a baixa-mar. A segunda linha recifal localiza-se na lagoa formada entre a linha de praia e a linha de recifes que está voltada para o mar aberto. Segundo Laborel (1967), estes recifes, chamados de corais superficiais, são provavelmente estruturas calcárias que crescem no topo dos recifes de arenito. Estes têm forma de coluna, emergindo de profundidades entre um e oito metros dependendo da profundidade da lagoa e distância da praia. O topo desta linha é compactado e horizontal ou irregular, formado por rochas com pequenos canais e poças arenosas entre eles.

A terceira linha de recifes forma uma barreira típica do complexo Tamandaré é constituída pelo crescimento de colunas isoladas, expandidas lateralmente e coalescentes no topo, criando uma estrutura com uma rede complexa de cavernas interconectadas abaixo. O topo do recife é plano, erodido e normalmente descoberto durante as baixa-mares. Estes recifes são relativamente estreitos e a parte posterior apresenta um declive negativo com inúmeras cavernas, onde ocorrem grandes colônias de corais; este sistema serve de refúgio para uma fauna abundante (Ferreira *et al.*, 1995).

As três linhas recifais estão incluídas na Área de Proteção Ambiental (APA) “Costa dos Corais”, criada no decreto de 23 de outubro de 1997, e abrange uma área 34 por 135 km de extensão, percorrendo dez municípios dos estados de Pernambuco e Alagoas indo de Tamandaré, no litoral sul de Pernambuco, até Paripueira no norte de Alagoas (Ferreira e Cava, 2001).

## 4.2. Desenho amostral

Nesse estudo os copépodes foram analisados em termos de composição, proporção juvenil x adulto e macho x fêmea, densidade, frequência de ocorrência, diversidade, equitabilidade, biomassa, taxas de crescimento peso-específicas, além das taxas de produção secundária. Todas essas características foram relacionadas com as variáveis ambientais: pluviosidade, temperatura, salinidade, material em suspensão e clorofila- *a*.

Para a realização deste estudo foi demarcado um ponto fixo de coleta em uma área sob influência direta dos recifes (Figura 2) em um ponto em que a profundidade local fica em torno de 2 a 3 m. Neste ponto as amostras de plâncton foram coletadas sempre nos períodos de maré vazante e em marés de quadratura (luas crescente e minguante) e sizígia (luas cheia e nova). As coletas foram realizadas durante quatro ciclos lunares no período seco e quatro ciclos lunares no período chuvoso e ainda durante o período diurno e noturno. As amostras coletadas foram armazenadas e analisadas de acordo com os métodos descritos mais adiante.

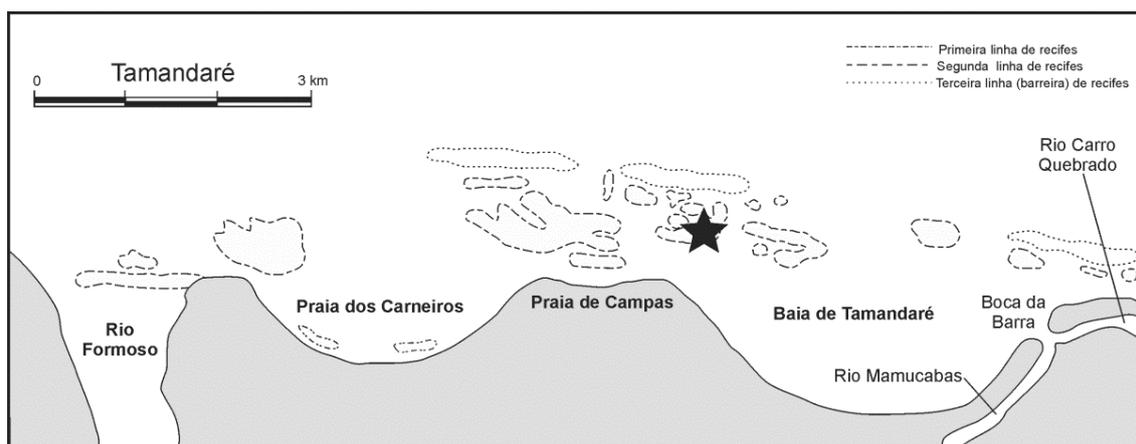


Figura 2. Figura representando a área de estudo, com estação fixa de coleta localizada em Tamandaré, Pernambuco, Brasil.

### **4.3. Dados Ambientais**

#### **4.3.1. Dados climatológicos**

Os dados climatológicos de temperatura média do ar e a precipitação pluviométrica foram obtidos no INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). A variação das marés foi obtida através das Tábuas das Marés publicadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, para o Porto de Suape considerando os dias das coletas.

#### **4.3.2. Temperatura**

A temperatura da água superficial foi obtida através da leitura direta em termômetro digital, permanecendo submerso por cerca de 10 (dez) minutos para a estabilização.

#### **4.3.3. Salinidade**

Para a determinação da salinidade, as amostras de água foram coletadas com garrafa de Nansen (1L) sendo acondicionadas em recipientes plásticos com capacidade para 150 mL e etiquetadas. Em laboratório, esse parâmetro foi determinado pelo método Mohr-Knudsen, descrito por Strickland e Parsons (1965).

#### **4.3.4. Clorofila-*a***

As amostras de água para análise dos teores de clorofila-*a* foram coletadas na subsuperfície, com auxílio de uma garrafa de Niskin de 5 L. Logo após as coletas, elas foram filtradas à vácuo através de filtros membranosos de 47 mm de diâmetro e 0,45 µm de porosidade, da Schleicher e Schüll, cujo volume filtrado variou entre 1 e 2 L. No Laboratório de Fitoplâncton da UFPE, foram extraídos os pigmentos utilizando-se acetona a 90%, no escuro, e durante 24 h a -20°C. As leituras foram procedidas em um espectrofotômetro da Biochrom modelo Libra S6 nos comprimentos de ondas de 630,

645, 665, e 750 nm, conforme o método espectrofotométrico da Unesco (1966). Os cálculos da clorofila- *a* foram realizados pela equação de Parsons e Strickland (1963) e os resultados expressos em  $\text{mg m}^{-3}$ .

#### **4.3.5. Material em suspensão**

A quantidade de material em suspensão (MPS) foi determinada pelo método gravimétrico, segundo Strickland e Parsons (1972). A amostra de volume conhecido foi filtrada em filtros GF/F secos e pré-pesados. Após a filtração, os filtros contendo as amostras foram devidamente etiquetados e congelados. Posteriormente os filtros foram secos em estufa, a 70°C por 24 h, e pesados em balança de precisão, para obtenção do peso seco (PS). Os dados estão expressos em  $\text{mg L}^{-1}$ .

### **4.4. Dados Bióticos**

#### **4.4.1. Coleta de plâncton**

As amostras para análise do zooplâncton foram obtidas através de arrastos horizontais subsuperficiais durante 3 minutos, com redes de plâncton de 200  $\mu\text{m}$  de abertura de malha, 1 m de comprimento e 30 cm de diâmetro de boca. O material coletado foi fixado com formol neutro a 4% e armazenado em frascos plásticos de 500 mL, de acordo com a metodologia descrita por Harris *et al.*, (2000). As amostras foram pesadas para determinação da biomassa sestônica, através do peso úmido, de acordo com as técnicas de Omori e Ikeda (1984).

As amostras de zooplâncton foram analisadas através de contagem e medição de todos os copépodes presentes nas subamostras (> 300 indivíduos). As amostras foram fracionadas com um subamostrador tipo Motoda (Omori e Ikeda, 1984). Após a obtenção das subamostras que apresentaram fracionamentos que variaram entre 1/2 a

1/64, todos os copépodes presentes foram contados e medidos sob microscópio estereoscópico Zeiss, sendo a identificação e a classificação zoológica dos organismos realizada a partir de literatura especializada (Tregouboff e Rose (1957); Björnberg (1981); Boltovskoy (1981; 1999) e Huys e Boxshall (1991).

#### **4.5. Obtenção dos dados sobre os copépodes pelágicos**

##### **4.5.1. Tamanho, peso e biomassa**

Inicialmente, foram feitas medidas de tamanho do prossomo das espécies de copépodes pelágicos identificadas, como uma forma indireta de determinar o peso e a biomassa dos principais táxons. Os indivíduos foram classificados em espécies ou gêneros/morfotipos, além de serem separados por fase (copepoditos juvenis ou adultos) e sexo, no caso dos adultos.

Equações morfométricas relacionando o peso ao comprimento dos indivíduos foram obtidas da literatura sobre copépodes pelágicos tropicais (Chisholm e Roff, 1990; Webber e Roff, 1995; Hopcroft *et al.*, 1998; Mauchline, 1998; Ara, 2001) Tabela 1.

Tabela 1. Equações de regressão utilizadas para obtenção de peso seco a partir do comprimento do prossomo das espécies de copépodes pelágicos coletados na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010 (Adaptada de Melo Júnior, 2009). CP: Comprimento do Prossomo e PS: Peso Seco;

Espécie	Equação	Referência
<i>Acartia lilljeborgi</i>	$PS = 6,177 \times 10^{-9} CP^{3,029}$	Ara (2001)
<i>Calanopia americana</i>	$\ln W = 2,67 \ln CP - 15,47$	Chisholm & Roff (1990)
<i>Centropages velificatus</i>	$\ln W = 3,68 \ln CP - 22,86$	Chisholm & Roff (1990)
Corycaeidae	$\log W = 2,80 \log CP - 7,17$	Hopcroft <i>et al.</i> (1998)
<i>Euterpina acutifrons</i>	$\log PS = 2,736 \log CP - 7,088$	Ara (2001) – Modificada
<i>Labidocera fluviatilis</i>	$PS = 3,770 \times 10^{-8} CP^{2,837}$	Ara (2001)
<i>Paracalanus quasimodo</i>	$PS = 6,829 \times 10^{-11} CP^{3,871}$	Ara (2001)
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	$PS = 1,945 \times 10^{-7} CP^{2,582}$	Ara (2001)
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	$PS = 1,306 \times 10^{-9} CP^{3,361}$	Ara (2001)
<i>Oithona oculata</i>	$PS = 3,405 \times 10^{-10} CP^{3,643}$	Ara (2001)
<i>Temora turbinata</i>	$\ln W = 3,34 \ln CP - 19,59$	Chisholm & Roff (1990)

A partir daí, foram feitas medidas diretas de biomassa, com base na seguinte equação:

$$B = N * P,$$

Onde B é a biomassa do táxon, N, a densidade do táxon e P, o peso médio dos indivíduos pertencentes ao táxon, obtido a partir das equações de regressão descritas anteriormente (Tabela 1).

#### 4.5.2. Taxas de Crescimento

Para estimar as taxas de crescimento dos copépodes pelágicos dos recifes de Tamandaré, foi empregado o modelo global que utiliza a equação proposta por Hirst e Bunker (2003):

$$\text{Log}10 C = 0,0186 [T] - 0,288 [\text{log}10 \text{PS}] + 0,417 [\text{log}10 \text{Cl}] - 1,209$$

Onde: T é a temperatura média da água (°C), PS é o peso seco médio em carbono dos copépodes ( $\mu\text{g C ind}^{-1}$ ) e Cl é a concentração de clorofila- a ( $\mu\text{g Cl a L}^{-1}$ ).

#### 4.5.3. Produção

Foram calculados os valores de produção das principais espécies (mais frequentes e dominantes) da comunidade dos copépodes pelágicos. A produção foi obtida a partir de taxas de crescimento e da biomassa dos grupos no momento da coleta. Neste caso, foi aplicada a seguinte fórmula:

$$P_i = C_i * B_i$$

Onde  $P_i$  é a produção do grupo i,  $C_i$  é a taxa de crescimento do táxon i e  $B_i$  é a biomassa do grupo i.

#### **4.6. Análise de dados**

Os dados coletados foram analisados em relação a influência da variação sazonal, dos ciclos lunares e da variação nictemeral sobre a estrutura da comunidade e a produção dos copépodes pelágicos da região. Para isto foram calculados:

##### **4.6.1. Densidade**

A densidade de organismos por unidade de volume foi obtida pela fórmula:

$$Do = Nt * Fr * Vf^{-1} \text{ onde:}$$

Nt = Número total de organismos de cada táxon na amostra.

Fr = Tamanho da fração da amostra.

Vf = Volume total de água filtrado.

Todos os valores foram expressos em ind m<sup>-3</sup>. O volume filtrado foi obtido a partir da diferença entre o valor do fluxômetro final e inicial, multiplicado pela área da boca da rede e pelo fator de calibração do fluxômetro utilizado.

##### **4.6.2. Frequência de ocorrência**

A frequência de ocorrência foi calculada pela fórmula:

$$Fo = Ta * 100 * TA^{-1} \text{ onde:}$$

Ta = Número de amostras em que o táxon ocorreu.

TA = Total de amostras.

Os resultados foram apresentados em percentagem (%). Para interpretação do resultado da frequência de ocorrência foi utilizada a seguinte escala: < 70 %: muito frequente; 70% |- 40%: frequente; 40% |- 10%: pouco frequente e > 10%: esporádica.

#### 4.6.3. Abundância relativa

A abundância relativa foi calculada de acordo com a fórmula:

$$Ar = N * 100 * Na^{-1}$$

onde:

N = Densidade total de organismos de cada táxon nas amostras.

Na = Densidade total de organismos nas amostras.

Todos os valores foram expressos em percentagem (%).

#### 4.6.4. Diversidade e equitabilidade

A diversidade das espécies de Copepoda baseou-se no índice de Shanonn (1948) e a equitabilidade em Pielou (1977). Para calcular este índice foi empregado o Programa Ecology (Measures of community diversity and Measures of community similarity), de Paul M. Kotila (St. Lawrence University), cujas fórmulas podem ser encontradas em Brower e Zar (1984).

O resultado da diversidade é dado em  $\text{bit. ind}^{-1}$ , utilizando o seguinte critério de classificação (Valentin, 1991):

>3,0 = alta

3,0 – 2,0 = média

2,0 – 1,0 = baixa

< 1,0 = muito baixa

Para a equitabilidade o resultado varia entre 0 e 1, sendo considerado significativo e equitativos os valores > 0,5, através dos quais pode-se dizer que os indivíduos estão bem distribuídos nas espécies.

#### **4.6.5. Estatística**

Os dados de densidade, diversidade, equitabilidade e produção foram submetidos ao teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e para testar a existência de diferença significativa entre os períodos seco x chuvoso e entre os períodos diurno e noturno, foram realizados os testes t de Student, quando a distribuição dos dados foram paramétricos, e Mann-Whitney para dados com distribuição não-paramétricos. Para comparar os dados relacionados à variação das fases da lua foi utilizada a análise de variância paramétrica (ANOVA) ou não-paramétrica (Kruskal-Wallis). Em ambos os casos, foi considerado o valor de significância  $p < 0,05$  e foi utilizado o programa estatístico SigmaPlot 12.

Foi realizada uma análise de variância tri-fatorial, considerando a interação ortogonal entre os fatores período, lua, nictemeral, no programa GMAV5 para Windows (Underwood e Chapman, 1998) aplicados aos dados de densidade, índice de diversidade de Shannon e equitabilidade. A normalidade e a homogeneidade das variâncias foram verificadas por meio do Teste Cochran, e quando necessário a variável foi transformada para  $\log(x + 1)$  (Underwood, 1997).

Diferenças entre os períodos de coleta foram analisadas com o auxílio da Análise de Similaridades (ANOSIM) que permite avaliar diferenças entre grupos de estações para dados quantitativos e/ou qualitativos. Foi utilizada também a análise SIMPER (Similarity Percentages) (Clarke e Warwick, 1994), conforme disponível no programa Primer 6 (v. 6.1.6), que examina a contribuição de cada espécie ou organismos à média de similaridade entre os grupos de amostras. Esta análise é uma importante ferramenta para compreensão dos padrões de associações das amostras analisadas.

#### 4.6.6. Análises Multivariadas

Análise de componentes principais (PCA) foi realizada com base nas variáveis ambientais. A matriz de similaridade foi construída a partir dos dados padronizados e utilizando a distância Euclidiana. O programa usado foi o NTSYSpc (Numerical Taxonomy System versão 2.1).

Os dados de densidade foram utilizados para confecção da matriz de similaridade gerada a partir do índice de Bray-Curtis (transformação raiz quarta). Com base nessa matriz foram geradas as análises de agrupamento (“cluster”) e análise não paramétrica de escalonamento multi-dimensional (MDS), para se observar o grau de associação entre as espécies de copépodes pelágidos dos recifes de Tamandaré, bem como, entre as amostras coletadas. No caso do diagrama MDS foi considerado uma resolução ótima valores de stress inferiores a 0,1. Todas as análises foram realizadas utilizando o Primer 6 v.6.1.6.

Os dados de densidade foram submetidos à análise não-paramétrica PERMANOVA (*Permutational Multivariate Analysis of Variance*, versão 1.6, Anderson, 2001, 2005) tri-fatorial, considerando a interação ortogonal entre os fatores período, lua, nictemeral, para testar as diferenças na estrutura das comunidade das espécies de copépodes pelágicos dos recifes de Tamandaré. Nesta análise foi utilizado o coeficiente de Bray-Curtis com os dados transformados em raiz quadrada. Um total de 9999 permutações para cada subset foi utilizado. As diferenças significativas entre interações acima de 2 fatores foram acessadas através de teste *a posteriori* par-a-par com um total de 9999 permutações para cada subset.

A rotina SIMPER (percentual de similaridade) foi utilizada para hierarquizar as espécies que mais contribuíram para as similaridades e dissimilaridades dentro e entre os grupos definidos *a priori* para ANOVA e PERMANOVA.

As matrizes de similaridade dos dados de densidade das espécies de copépodes (raiz quarta, Bray-Curtis) e das variáveis abióticas (dados padronizados, distância Euclidiana) submetidas à rotina BIOENV. Esta análise correlaciona a matriz de dados biológicos com as matriz de variáveis ambientais utilizando a correlação de Spearman (Clarke e Warwick, 1994).

## 5. Resultados

### 5.1. Variáveis ambientais

Os valores de pluviometria foram significativamente diferentes ao longo do período de coleta (Teste Mann-Whitney,  $p < 0,001$ ) e variaram entre 23,0 e 202,8 mm durante o período chuvoso e 0,5 e 21,6 mm no período seco. Os valores de temperatura superficial não apresentaram diferenças significativas, apresentando valores entre 25,3 e 27,5°C no período chuvoso e 26,0 e 28,0°C, no período seco. A salinidade variou entre  $33 \pm 1,6$  e  $38 \pm 0,3$ , no período chuvoso, e entre  $36 \pm 0,5$  e  $39 \pm 0,5$ , no período seco apresentando diferença significativa comparando os dois períodos (Teste Mann-Whitney;  $p < 0,001$ ) como pode ser observado nas Tabelas 2A e 2B.

Em relação aos dados de clorofila-*a*, os maiores valores foram observados no período seco ( $1,4 \pm 0,2 \text{ mg m}^{-3}$ ) e durante o período chuvoso foram observados valores médios levemente inferiores ( $0,9 \pm 0,2 \text{ mg m}^{-3}$ ). Por outro lado, os dados de material particulado em suspensão (MPS) apresentaram diferenças significativas (Teste Mann-Whitney;  $p < 0,001$ ) com maiores médias no período chuvoso ( $23,8 \pm 2,7 \text{ mg L}^{-1}$ ), ao passo que durante o período seco o valor médio foi de  $8,6 \pm 3,1 \text{ mg L}^{-1}$  (Tabelas 2A e 2B).

A análise de componentes principais aplicada aos dados das variáveis ambientais explicou 61,6% da variação dos dados nos dois primeiros eixos (Figura 3). O eixo 1 foi responsável por 38,3%, enquanto que o eixo 2 explicou 22,9% da variação dos dados. As amostras distribuídas ao longo desses dois eixos formaram dois grupos distintos. O primeiro grupo foi formado pelas coordenadas positivas dos maiores valores de pluviosidade e MPS, associados às amostras do período chuvoso. O segundo

grupo foi formado pelas coordenadas negativas dos maiores valores de salinidade, temperatura e clorofila-*a*, associados às amostras do período seco.

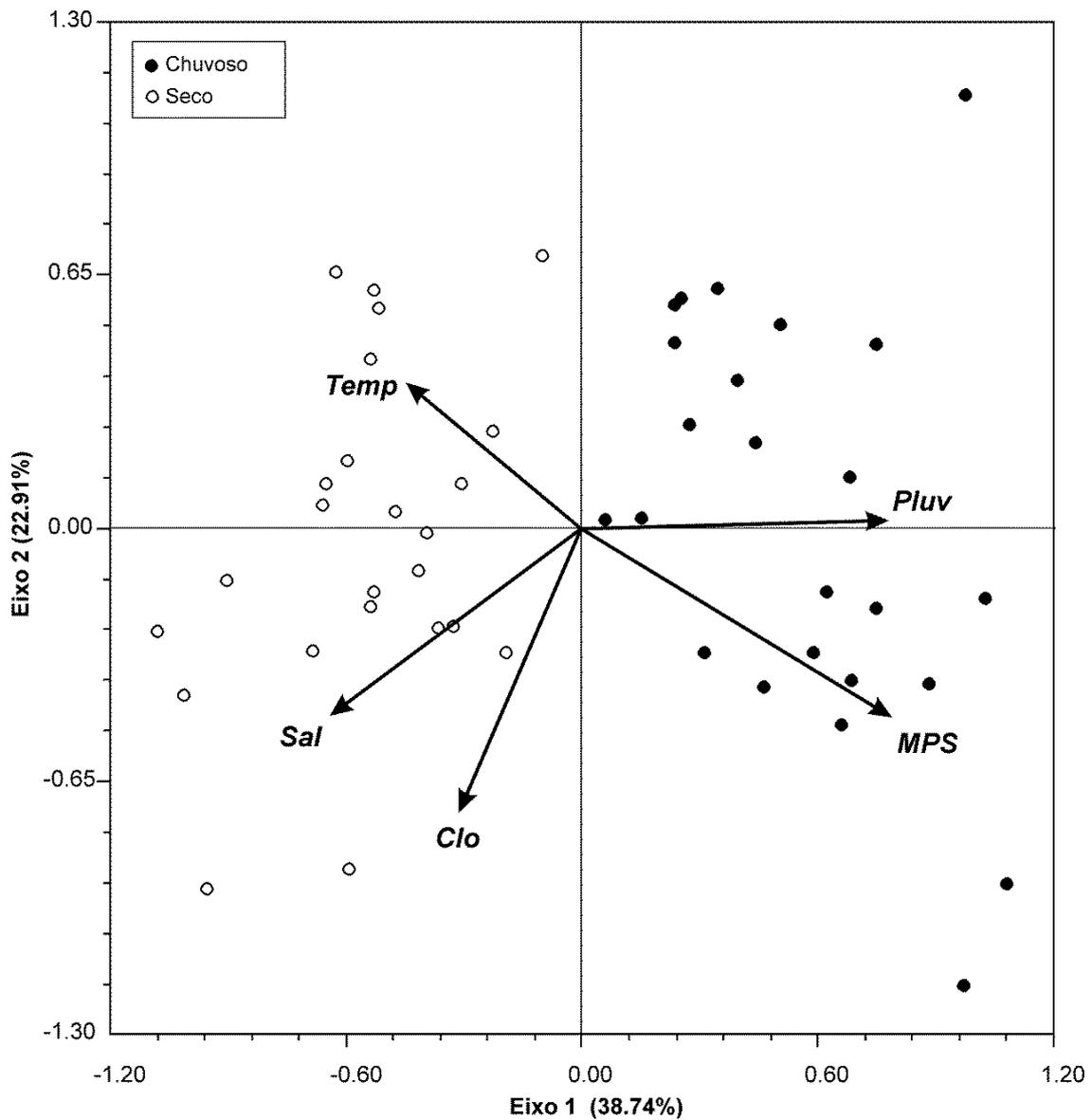


Figura 3. Diagrama da análise dos componentes principais (ACP) aplicada aos dados abióticos das amostras coletadas realizadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil). Amostras coletadas nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Temp = Temperatura; Sal = salinidade; Clo = clorofila-*a*; Pluv = pluviometria; MPS = material particulado em suspensão.

Tabela 2A. Dados abióticos, relacionados ao período chuvoso (Julho/agosto 2010), das coletadas realizadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, Pernambuco, Brasil. Temp = Temperatura; Chl-*a* = clorofila-*a*; Pluv. = pluviometria; MPS = material particulado em suspensão.

<b>Dia de coleta</b>	<b>Turno</b>	<b>Data</b>	<b>Lua</b>	<b>Pluv. (mm)</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>Salinidade</b>	<b>Chl-<i>a</i> (mg m<sup>-3</sup>)</b>	<b>MPS (mg L<sup>-1</sup>)</b>
Dia 1	Diurno	14/07/2010	Nova	118,6	27,5	36	1,0	11,8
Dia 1	Noturno	14/07/2010	Nova	118,6	27,5	36	1,1	21,0
Dia 2	Diurno	15/07/2010	Nova	118,6	27,5	33	0,8	14,8
Dia 2	Noturno	15/07/2010	Nova	118,6	27,5	35	1,5	14,7
Dia 3	Diurno	16/07/2010	Nova	118,6	27,5	35	1,8	12,1
Dia 3	Noturno	16/07/2010	Nova	118,6	27,5	38	1,1	15,5
Dia 1	Diurno	19/07/2010	Crescente	168,7	27,5	37	0,7	15,5
Dia 1	Noturno	20/07/2010	Crescente	168,7	27,5	37	0,9	14,5
Dia 2	Diurno	20/07/2010	Crescente	168,7	27,5	37	0,9	11,4
Dia 2	Noturno	21/07/2010	Crescente	168,7	25,5	36	0,7	11,0
Dia 3	Diurno	21/07/2010	Crescente	168,7	27,5	36	1,2	9,0
Dia 3	Noturno	22/07/2010	Crescente	168,7	27,5	36	1,0	10,5
Dia 1	Diurno	27/07/2010	Cheia	202,7	26,5	37	2,1	26,7
Dia 1	Noturno	27/07/2010	Cheia	202,7	26,5	37	1,7	27,1
Dia 2	Diurno	28/07/2010	Cheia	202,7	26,5	36	1,2	21,4
Dia 2	Noturno	28/07/2010	Cheia	202,7	26,5	37	1,5	19,2
Dia 3	Diurno	29/07/2010	Cheia	202,7	26,5	38	1,0	23,2
Dia 3	Noturno	29/07/2010	Cheia	202,7	26,5	37	1,3	18,0
Dia 1	Diurno	05/08/2010	Minguante	23,0	26,0	37	1,2	22,1
Dia 1	Noturno	05/08/2010	Minguante	23,0	25,0	37	0,9	22,2
Dia 2	Diurno	06/08/2010	Minguante	23,0	25,0	36	1,1	18,1
Dia 2	Noturno	06/08/2010	Minguante	23,0	25,0	36	1,3	18,4
Dia 3	Diurno	07/08/2010	Minguante	23,0	25,0	37	1,2	15,9
Dia 3	Noturno	07/08/2010	Minguante	23,0	26,0	37	0,6	15,6

Tabela 2B. Dados abióticos, relacionados ao período seco (novembro/dezembro 2010), das coletadas realizadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, Pernambuco, Brasil. Temp = Temperatura; Chl-*a* = clorofila-*a*; Pluv. = pluviometria; MPS = material particulado em suspensão.

<b>Dia de coleta</b>	<b>Turno</b>	<b>Data</b>	<b>Lua</b>	<b>Pluv (mm)</b>	<b>Temp (°C)</b>	<b>Salinidade</b>	<b>Chl-<i>a</i> (mg.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>MPS (mg.L<sup>-1</sup>)</b>
Dia 1	Diurno	15/11/2010	Crescente	8,4	28	37	1,0	8,4
Dia 1	Noturno	16/11/2010	Crescente	8,4	27	37	1,0	5,5
Dia 2	Diurno	16/11/2010	Crescente	8,4	27	36	0,8	9,5
Dia 2	Noturno	17/11/2011	Crescente	8,4	25	37	1,5	8,6
Dia 3	Diurno	17/11/2010	Crescente	8,4	28	37	1,2	9,2
Dia 3	Noturno	18/11/2010	Crescente	8,4	27	37	1,1	11,7
Dia 1	Diurno	22/11/2010	Cheia	8,5	28	38	2,6	11,6
Dia 1	Noturno	23/11/2010	Cheia	8,5	27	38	1,2	10,8
Dia 2	Diurno	23/11/2010	Cheia	8,5	27	38	1,3	12,5
Dia 2	Noturno	24/11/2010	Cheia	8,5	27	38	1,4	11,0
Dia 3	Diurno	24/11/2010	Cheia	8,5	27	38	1,5	11,1
Dia 3	Noturno	25/11/2010	Cheia	8,5	27	38	1,7	9,3
Dia 1	Diurno	30/11/2010	Minguante	21,6	26	38	1,4	10,1
Dia 1	Noturno	30/11/2010	Minguante	21,6	28	38	1,3	10,3
Dia 2	Diurno	01/12/2010	Minguante	21,6	26	39	0,8	10,3
Dia 2	Noturno	01/12/2010	Minguante	21,6	27	37	1,3	10,5
Dia 3	Diurno	02/12/2010	Minguante	21,6	26	39	1,9	11,6
Dia 3	Noturno	02/12/2010	Minguante	21,6	27	37	1,7	12,1
Dia 1	Diurno	06/12/2010	Nova	0,5	28	37	1,7	9,6
Dia 1	Noturno	06/12/2010	Nova	0,5	28	39	1,4	10,6
Dia 2	Diurno	07/12/2010	Nova	0,5	28	39	1,7	8,5
Dia 2	Noturno	07/12/2010	Nova	0,5	28	39	1,8	10,4
Dia 3	Diurno	08/12/2010	Nova	0,5	28	38	0,7	9,0
Dia 3	Noturno	08/12/2010	Nova	0,5	27	38	1,1	8,6

## 5.2. Descritores biológicos

### 5.2.1. Composição

Os copépodes pelágicos foram representados por 22 espécies, sendo 13 calanóides, 7 ciclopóides e 2 harpacticóides (Tabela 3). O maior número de espécies foi observado durante o período chuvoso (22), enquanto que para o período seco foi registrado um total de 15 espécies. *Undinula vulgaris*, *Subeucalanus pileatus*, *Temora stylifera*, *Pontella atlantica*, *Oithona plumifera*, *Microsetella rosea* e *Corycaeus (Corycaeus) speciosus* foram espécies que ocorreram exclusivamente no período chuvoso. As espécies que ocorreram apenas durante o período seco foram *Paracalanus aculeatus*, *Oithona nana* e *Farranula gracilis*.

No período chuvoso, a maioria das espécies ocorreu em praticamente todas as fases da lua, com exceção de *U. vulgaris*, *S. pileatus*, *T. stylifera* e *C. speciosus* que ocorreram apenas nos períodos de lua nova e crescente, e de *Paracalanus aculeatus* e *Oithona nana*, que ocorreram exclusivamente durante as luas minguante e cheia. *Microsetella rosea* ocorreu apenas durante a lua minguante (Tabela 4).

Entre as espécies encontradas no período seco, a maioria ocorreu em todas as fases da lua com exceção de *Paracalanus aculeatus* e *Farranula gracilis* que ocorreram apenas nas fases de lua crescente e cheia, e *Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti* que ocorreu nos períodos de luas crescente e minguante (Tabela 4).

Durante a noite, no período chuvoso, o número de espécies observadas foi maior do que durante o dia, sendo 18 e 15, respectivamente. E no período seco o número de espécies entre os dias e as noites foi menor, sendo observadas 13 espécies registradas durante o dia e 14 durante o turno da noite.

### 5.2.2. Frequência de ocorrência e Abundância Relativa

Sete espécies foram classificadas como muito frequentes, considerando todo o período de coleta: *Paracalanus quasimodo*, *Parvocalanus crassirostris*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Temora turbinata*, *Calanopia americana*, *Acartia (Odontacartia) lilljeborgi* e *Corycaeus giesbrechti*, enquanto que apenas três espécies (*Microsetella rosea*, *Farranula gracilis* e *Oithona hebes*) foram esporádicas. As demais espécies encontradas foram classificadas como frequentes e pouco frequentes (Tabela 3).

*Paracalanus quasimodo* e *Acartia lilljeborgi* foram registradas em 100% das amostras durante o período chuvoso e durante o período seco. *Temora turbinata* também ocorreu em 100% das amostras do período chuvoso e *Calanopia americana* ocorreu na mesma proporção durante o período seco. Por outro lado, *Oithona hebes* e *Farranula gracilis* ocorreram em apenas 4,17% das amostras no período chuvoso e no período seco e *Microsetella rosea* ocorreu apenas em 4,17% das amostras durante o período chuvoso e não ocorreu no período seco.

As espécies mais abundantes na área de estudo foram *Acartia lilljeborgi*, seguida de *Calanopia americana*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Paracalanus quasimodo* e *Parvocalanus crassirostris*. As espécies menos abundantes foram *Undinula vulgaris*, *Oithona hebes* e *Farranula gracilis* (Tabela 4). No período chuvoso e no seco *A. lilljeborgi* foi a espécie mais abundante nas luas crescente e minguante. *P. quasimodo* foi a espécie mais abundante na lua nova do período chuvoso e *P. crassirostris* na lua cheia. Já no período seco, *C. americana* foi mais abundante nos períodos de luas novas e cheia.

Tabela 3. Composição, distribuição, classificação e frequência de ocorrência das espécies dos copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Espécies	Distribuição	Família	F.O (%)	Frequência
<b>Calanoida</b>				
<i>Undinula vulgaris</i> (Dana, 1849)	C, P, O	Calanidae	0,21	PF
<i>Paracalanus aculeatus</i> Giesbrecht, 1888	P, O	Paracalanidae	0,17	PF
<i>Paracalanus quasimodo</i> Bowman, 1971	C	Paracalanidae	1,0	MF
<i>Parvocalanus crassirostris</i> (Dahl, 1894)	ES, C	Paracalanidae	0,9	MF
<i>Subeucalanus pileatus</i> (Giesbrecht, 1888)	C, P	Eucalanidae	0,38	PF
<i>Centropages velificatus</i> (Oliveira, 1947)	C, P	Centropagidae	0,56	F
<i>Pseudodiaptomus acutus</i> (Dahl, 1894)	ES	Pseudodiaptomidae	0,92	MF
<i>Temora stylifera</i> (Dana, 1849)	C, O	Temoridae	0,29	PF
<i>Temora turbinata</i> (Dana, 1849)	C, O	Temoridae	0,96	MF
<i>Calanopia americana</i> Dahl, 1894	C, P	Pontellidae	0,94	MF
<i>Labidocera fluviatilis</i> Dahl, 1894	ES, P	Pontellidae	0,60	F
<i>Pontella atlantica</i> (Milne Edwards, 1840)	P, O	Pontellidae	0,21	PF
<i>Acartia lilljeborgi</i> Giesbrecht, 1889	O, C, P	Acartiidae	1,0	MF
<b>Cyclopoida</b>				
<i>Oithona hebes</i> Giesbrecht, 1891	ES, C	Oithonidae	0,04	E
<i>Oithona nana</i> Giesbrecht, 1892	ES, C, P	Oithonidae	0,19	PF
<i>Oithona plumifera</i> Baird, 1843	C, O	Oithonidae	0,21	PF
<i>Oithona oculata</i> Farran, 1913	C	Oithonidae	0,63	F
<i>Corycaeus speciosus</i> Dana, 1849	P, O	Corycaeidae	0,27	PF
<i>Corycaeus giesbrechti</i> F. Dahl, 1894	C, P, O	Corycaeidae	0,92	MF
<i>Farranula gracilis</i> Dana, 1849	P, O	Corycaeidae	0,04	E
<b>Harpacticoida</b>				
<i>Microsetella rosea</i> (Dana, 1847)	O	Ectinosomatidae	0,02	E
<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1852)	ES, C	Euterpinae	0,44	F

E= Esporádico; PF= pouco frequente; F= Frequente; MF= Muito frequente;  
C= Costeiro; ES=Estuarino; P=Plataforma, O=Oceânico

Tabela 4. Abundância relativa das espécies de copépodes durante os períodos seco e chuvoso e as diferentes fases da lua, das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Todos os valores expressos em porcentagem. \*Espécies mais abundantes em cada fase da lua.

<i>Espécies</i>	<i>Chuvoso</i>				<i>Seco</i>			
	<i>Nova</i>	<i>Crescente</i>	<i>Cheia</i>	<i>Minguante</i>	<i>Nova</i>	<i>Crescente</i>	<i>Cheia</i>	<i>Minguante</i>
<i>Undinula vulgaris</i>	0,35	0,30	-	-	-	-	-	-
<i>Paracalanus aculeatus</i>	-	-	0,85	5,50	-	0,94	0,94	-
<i>Paracalanus quasimodo</i>	20,22*	10,49	12,11	14,60	-	18,91	0,51	1,12
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	7,79	2,82	30,48*	19,73	1,48	4,62	0,97	2,95
<i>Subeucalanus pileatus</i>	13,86	0,77	-	-	-	-	-	-
<i>Centropages velificatus</i>	1,02	11,94	3,74	6,50	8,44	0,52	1,10	6,84
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	12,63	21,68	19,13	14,13	1,83	9,34	23,21	4,62
<i>Temora stylifera</i>	0,47	0,09	-	-	-	-	-	-
<i>Temora turbinata</i>	11,53	14,63	1,98	1,86	2,94	3,61	6,27	6,73
<i>Calanopia americana</i>	4,68	2,96	3,04	3,96	47,40*	21,47	32,70*	29,42
<i>Labidocera fluviatilis</i>	1,92	-	0,21	0,33	3,55	8,15	6,17	8,27
<i>Pontella atlantica</i>	0,80	0,04	4,43	3,36	-	-	-	-
<i>Acartia lilljeborgi</i>	16,22	30,44*	12,65	20,64*	18,76	26,68*	23,66	35,15*
<i>Oithona hebes</i>	0,05	-	0,51	0,42	0,31	0,04	0,97	-
<i>Oithona nana</i>	-	-	1,73	1,17	-	0,89	2,21	1,15
<i>Oithona oculata</i>	0,27	0,45	3,96	4,08	11,43	2,94	0,75	3,33
<i>Oithona plumifera</i>	0,91	0,38	0,31	0,46	-	-	-	-
<i>Microsetella rosea</i>	-	-	-	0,08	-	-	-	-
<i>Euterpina acutifrons</i>	-	0,46	3,69	1,73	3,86	0,73	-	0,21
<i>Corycaeus speciosus</i>	3,22	0,38	-	-	-	-	-	-
<i>Corycaeus giesbrechti</i>	3,96	2,16	0,44	0,93	-	1,12	-	0,21
<i>Farranula gracilis</i>	0,09	-	0,74	0,52	-	0,05	0,53	-

### 5.2.3. Riqueza, diversidade e equitabilidade

A riqueza de espécies apresentou uma variação média de  $11,6 \pm 2,6$  e  $10,1 \pm 1,7$  para os períodos chuvoso e seco respectivamente, variando pouco entre os períodos (Tabela 5). A diversidade de espécies foi maior no período chuvoso ( $2,7 \pm 0,3$  bits. ind<sup>-1</sup>) do que no seco ( $2,3 \pm 0,3$  bits. ind<sup>-1</sup>). A partir destes valores médios da diversidade foi possível observar que, de forma geral, a diversidade das espécies de copépodes pelágicos para a área foi considerada média (Tabela 5). Os valores de equitabilidade foram considerados altos apresentando média de  $0,78 \pm 0,04$  durante a estação chuvosa e  $0,60 \pm 0,08$  na estação seca (Tabela 5).

A análise da diversidade e da equitabilidade mostrou que existe diferença muito significativa entre os períodos seco e chuvoso (ANOVA;  $p < 0,0001$ ). Não foram registradas diferenças significativas para os valores de diversidade e de equitabilidade entre as fases da lua em relação ao período total de estudo (ANOVA;  $p > 0,05$ ). Porém, em relação à diversidade, quando consideradas as fases da lua dentro de cada período foram observadas diferenças significativas (ANOVA;  $p < 0,01$ , Tabela 6).

As curvas cumulativas de espécies de acordo com as amostragens realizadas por período mostraram valores superiores de diversidade no período chuvoso (Figura 4). Em ambos os períodos de amostragem as curvas não apresentaram assíntota definida.

Tabela 5. Valores de Riqueza de espécies (S), diversidade de Shannon (H') e equitabilidade de Pielou (J') da comunidade dos copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. D1= dia 1, D2= Dia 2 e D3= dia 3.

Fatores			Chuvoso			Seco		
Lua	Turno	Dia	S	J'	H'(log2)	S	J'	H'(log2)
Cheia	Diurno	D1	12	0,73	2,63	12	0,71	2,56
		D2	11	0,77	2,67	10	0,70	2,32
		D3	15	0,76	2,96	12	0,71	2,53
	Noturno	D1	12	0,72	2,59	10	0,68	2,25
		D2	15	0,76	2,97	10	0,52	1,73
		D3	16	0,77	3,06	10	0,75	2,49
Crescente	Diurno	D1	7	0,76	2,14	13	0,67	2,49
		D2	10	0,78	2,58	12	0,70	2,51
		D3	10	0,74	2,47	13	0,81	2,99
	Noturno	D1	9	0,77	2,43	13	0,53	1,97
		D2	12	0,74	2,64	11	0,80	2,78
		D3	8	0,70	2,10	10	0,68	2,27
Minguante	Diurno	D1	12	0,83	2,97	9	0,71	2,25
		D2	13	0,80	2,95	9	0,64	2,02
		D3	13	0,85	3,16	11	0,81	2,80
	Noturno	D1	11	0,82	2,85	9	0,70	2,22
		D2	16	0,79	3,16	11	0,66	2,28
		D3	15	0,80	3,11	9	0,70	2,21
Nova	Diurno	D1	10	0,82	2,74	7	0,82	2,30
		D2	13	0,87	3,20	8	0,71	2,14
		D3	7	0,79	2,23	9	0,67	2,12
	Noturno	D1	11	0,79	2,72	8	0,62	1,85
		D2	8	0,82	2,46	8	0,71	2,14
		D3	13	0,75	2,76	9	0,64	2,03
Média			<b>11,63</b>	<b>0,78</b>	<b>2,73</b>	<b>10,13</b>	<b>0,69</b>	<b>2,30</b>
DP			<b>2,68</b>	<b>0,04</b>	<b>0,32</b>	<b>1,73</b>	<b>0,08</b>	<b>0,30</b>

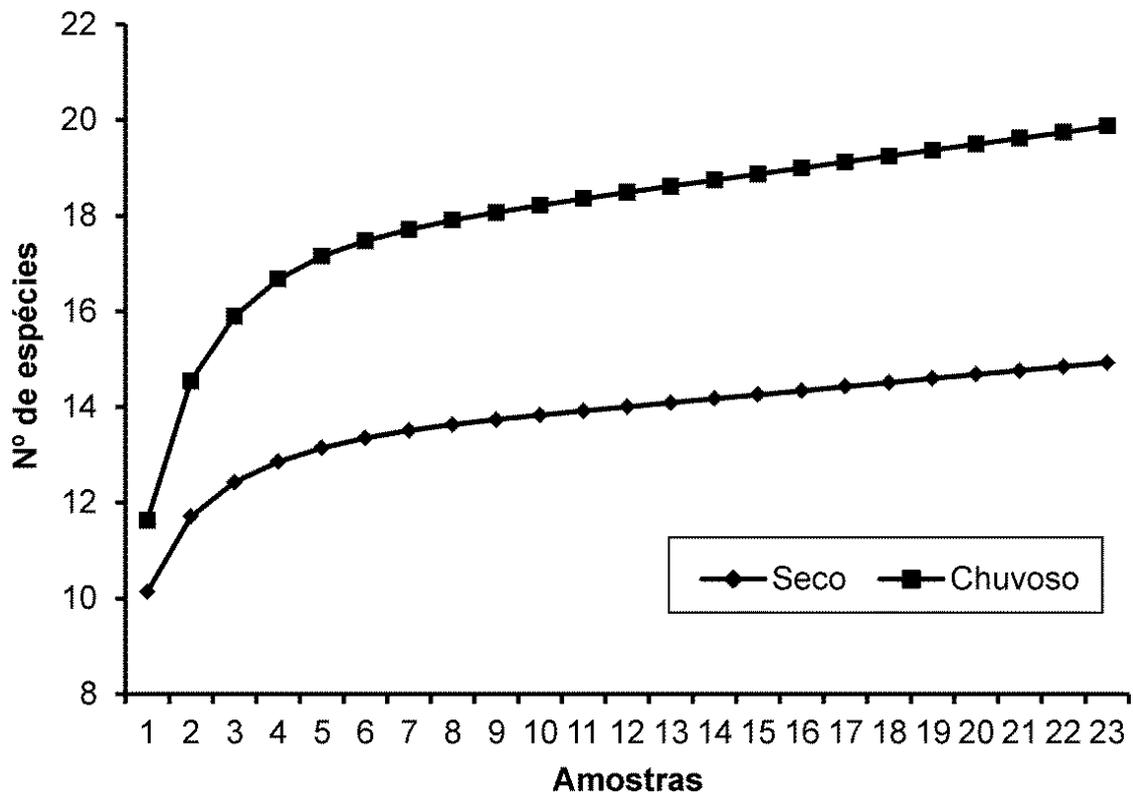


Figura 4. Curvas de dominância das espécies dos copépodes relacionadas aos períodos chuvoso e seco das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

#### 5.2.4. Densidade e biomassa da comunidade

Em relação à variação sazonal, os valores de densidade total das espécies de copépodes apresentaram média de  $260,7 \pm 481,2$  ind.  $m^{-3}$  no período chuvoso e de  $694,6 \pm 239,4$  ind.  $m^{-3}$  durante período seco (Figura 5). Considerando os valores de densidade das espécies encontradas, foi observado que existe diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso (ANOSIM; R global = 0,572). Na Figura 6 este padrão pode ser observado através da análise de escalonamento multidimensional (MDS).

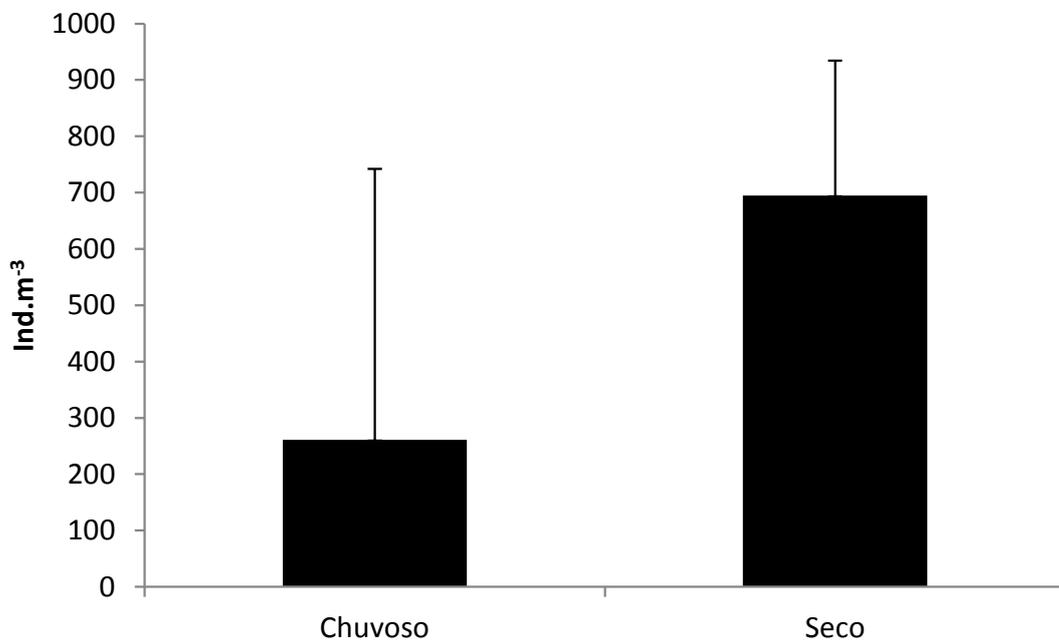


Figura 5. Valores médios de densidade, incluindo o desvio padrão, da comunidade dos copépodes pelágicos, comparando os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

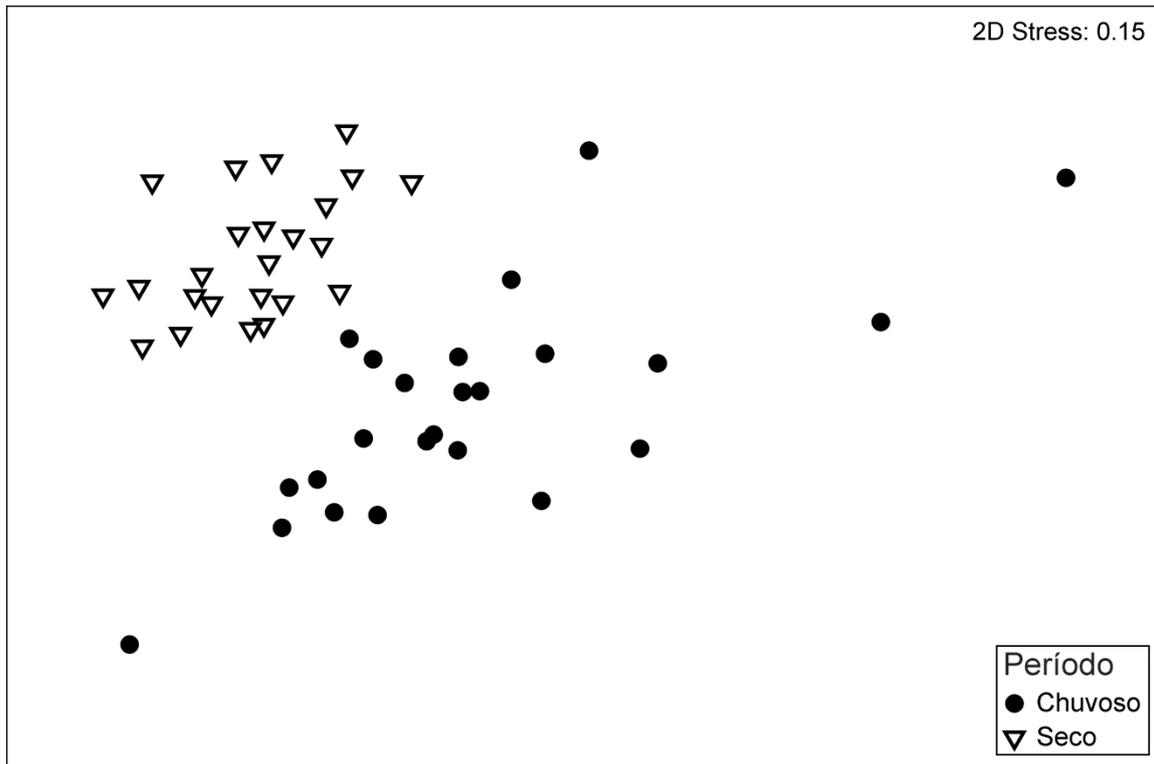


Figura 6. Análise de ordenamento (MDS) para os dados de densidade da comunidade dos copépodes entre os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

A variação dos valores de densidade para as espécies de copépodes pode ser observada na Figura 7. Entre todas as espécies identificadas, durante o período chuvoso *P. acutus* apresentou o maior valor de densidade  $1774,14 \text{ ind.m}^{-3}$  e *Microssetela rosea* apresentou o menor valor para este período ( $1,14 \text{ ind.m}^{-3}$ ). Durante o período seco *A.lilljeborgi* e *Farranula gracilis* apresentaram o maior e o menor valor de densidade para o período ( $5911,43$  e  $1,14 \text{ ind.m}^{-3}$ ).

No período chuvoso *S. pileatus* apresentou o maior valor de densidade durante a lua nova ( $422,21 \text{ ind.m}^{-3}$ ), *P. acutus* apresentou o maior valor de densidade durante a lua crescente e cheia respectivamente ( $349,01$  e  $639,42 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e *P. quasimodo* foi a

espécies que apresentou maior valor de densidade durante a lua minguante ( $387,4 \text{ ind.m}^{-3}$ ). Durante o período seco foi *A. lilljeborgi* que apresentou os maiores valores de densidade para todas as fases da lua. Lua nova ( $2106,35 \text{ ind.m}^{-3}$ ), lua crescente ( $758,36 \text{ ind.m}^{-3}$ ), lua cheia ( $1326,92 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e lua minguante ( $1720,01 \text{ ind.m}^{-3}$ ).

Analisando os turnos do dia foi possível observar que a espécie com maior valor de densidade no período chuvoso durante o turno diurno e noturno respectivamente foi *P. acutus* ( $569,41$  e  $830,11 \text{ ind.m}^{-3}$ ). E no período seco a espécie que apresentou maior valor de densidade para o turno diurno foi *P. quasimodo* com  $1998,91 \text{ ind.m}^{-3}$  e durante a noite *A. lilljeborgi* com  $3912,6 \text{ ind.m}^{-3}$ .

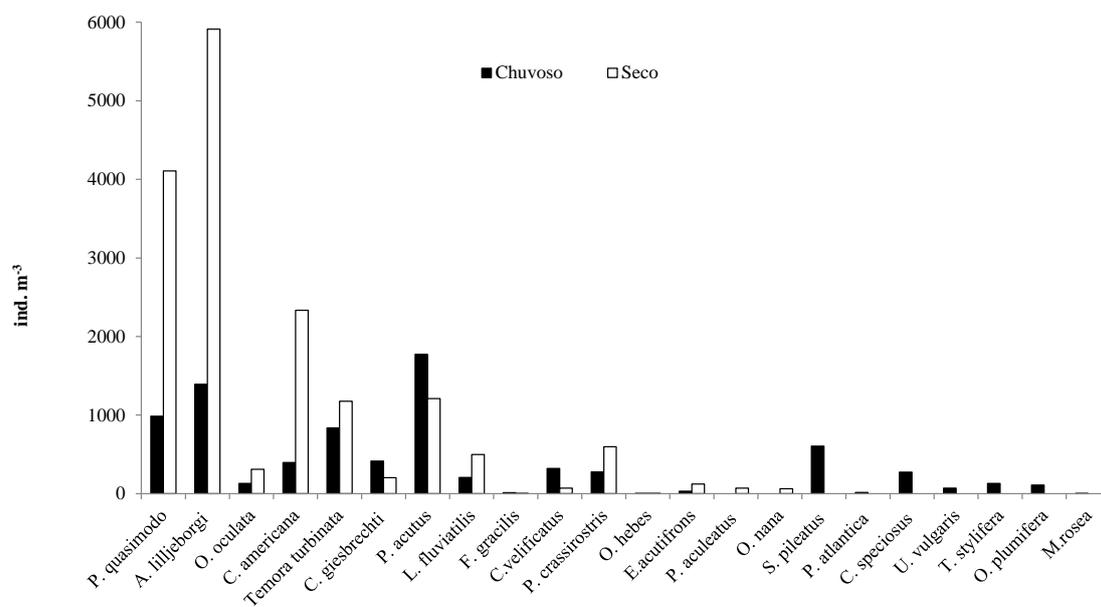


Figura 7. Distribuição dos valores de densidade das espécies de copépodes pelágicos considerando os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

A distribuição da densidade em função das fases da lua revelou dois padrões de acordo com os períodos analisados, onde os picos mínimos e máximos do chuvoso ocorreram nas marés de sizígia, enquanto que no seco nas de quadratura (Figura 8). Durante o período chuvoso, o menor valor de densidade total das espécies de copépodes foi registrado na lua nova ( $158,6 \pm 251,6$  ind.  $m^{-3}$ ) e o maior valor na lua cheia ( $375,8 \pm 318,5$  ind.  $m^{-3}$ ; Figura 8). Para o período seco, o menor valor foi observado durante a lua crescente ( $449,1 \pm 195,1$  ind.  $m^{-3}$ ) e o maior valor no período de lua minguante ( $816,7 \pm 677,1$  ind.  $m^{-3}$ ).

Não foram observadas diferenças significativas para os valores de densidade entre as fases da lua em relação ao período total de estudo. Porém, quando consideradas as fases da lua dentro de cada período foi observado diferenças muito significativas (ANOVA multifatorial;  $p < 0,0001$ , Tabela 6).

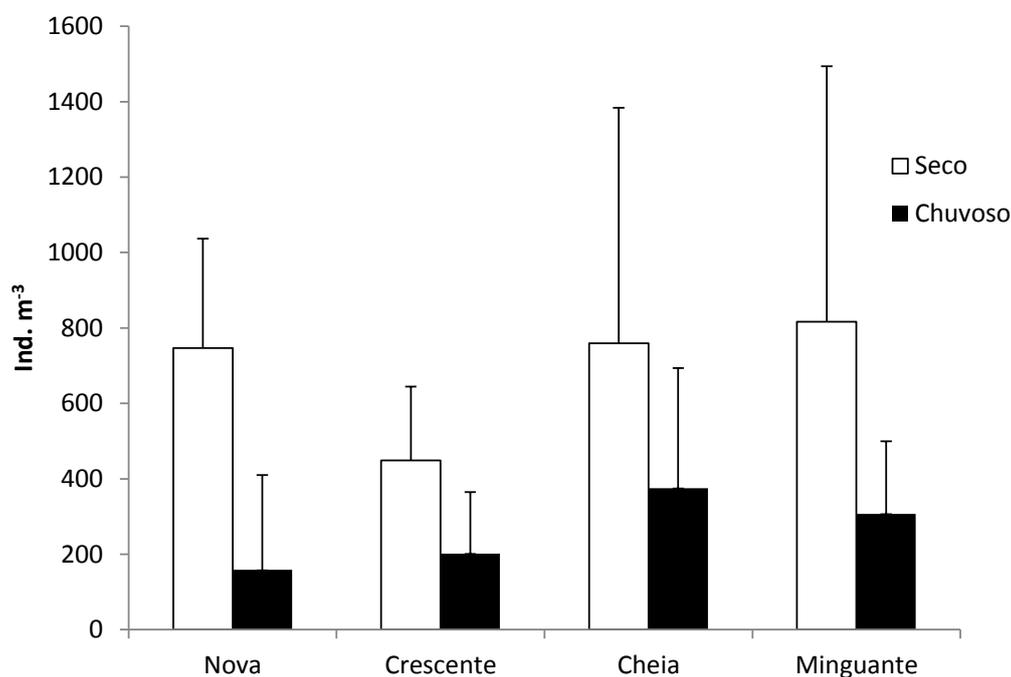


Figura 8. Valores médios de densidade, incluindo o desvio padrão, da comunidade dos copépodes pelágicos comparando as fases diferentes fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Os menores valores de densidade da comunidade de copépodes foram observados durante o dia, no período chuvoso ( $156,4 \pm 103,0$  ind.  $m^{-3}$ ) e os maiores valores durante a noite, no período seco ( $502,0 \pm 430,3$  ind.  $m^{-3}$ ) (Figura 9). Também existe diferença muito significativa para os valores de densidade das amostras analisada comparando os turnos diurno e noturno (ANOVA multifatorial;  $p < 0,0001$ ) como pode ser observado na Tabela 6.

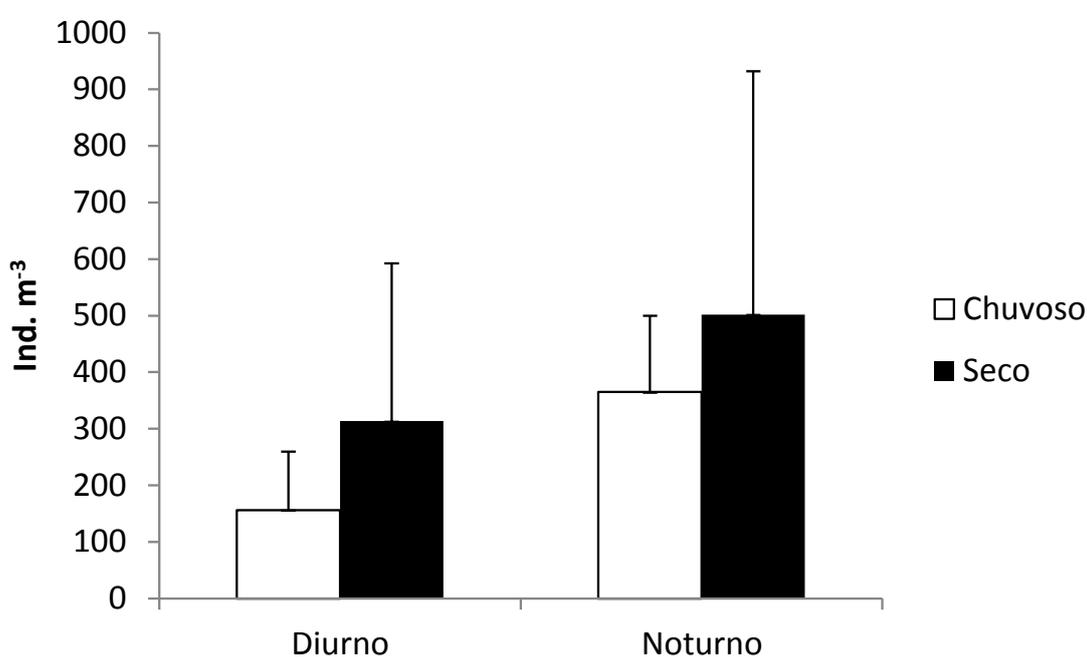


Figura 9. Valores médios de densidade, incluindo o desvio padrão, da comunidade dos copépodes pelágicos comparando as diferentes fases da lua nas amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Tabela 6. Resumo da ANOVA aplicadas aos descritores biológicos (Densidade, Diversidade de Shannon = H'; Equitabilidade de Pielou = J) da comunidade dos copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

	Densidade				H'			J			
	DF	MS	F	<i>p</i>	MS	F	<i>p</i>	MS	F	<i>p</i>	
<b>P = Período</b>	1	19,5684	37,87	***	22,313	31,34	***	0,0907	24,02	***	
<b>L = Lua</b>	3	1,8248	3,53	<i>ns</i>	0,1781	2,5	<i>ns</i>	0,0052	1,38	<i>ns</i>	
<b>T = Turno</b>	1	7,2204	13,97	***	0,1473	2,07	<i>ns</i>	0,0192	5,09	<i>ns</i>	
<b>P * L</b>	3	2,5277	4,89	***	0,4163	5,85	*	0,0030	0,8	<i>ns</i>	
<b>P * T</b>	1	0,8087	1,57	<i>ns</i>	0,1839	2,58	<i>ns</i>	0,0029	0,76	<i>ns</i>	
<b>L * T</b>	3	2,3978	4,64	**	0,0068	0,1	<i>ns</i>	0,0007	0,18	<i>ns</i>	
<b>P * L * T</b>	3	1,8275	3,54	<i>ns</i>	0,0180	0,25	<i>ns</i>	0,0002	0,06	<i>ns</i>	
<b>RES</b>	32	0,5167			0,0712			0,0038			
<b>TOT</b>	47										
<b>Transf.</b>		Ln(X+1)				-			-		
<b>Teste</b>											
<b>Cochran</b>		0,2826				0,2084			0,0189		

$p > 0,05$  (NS),  $p < 0,01$  (\*),  $p < 0,001$  (\*\*),  $p < 0,0001$  (\*\*\*) ; *ns* = não significativo.

Em relação aos valores de biomassa, a comunidade de copépodes apresentou média total de  $826,23 \pm 991,12 \mu\text{g C m}^{-3}$ , com valores médios significativamente superiores no período seco (Teste Mann-Whitney;  $p < 0,001$ ). Durante o período seco os copépodes apresentaram valores de biomassa média de  $1452,02 \pm 1072,40 \mu\text{g C m}^{-3}$ , enquanto que no período chuvoso esses valores foram de  $200,43 \pm 200,27 \mu\text{g C m}^{-3}$  (Figura 10).

Não foram observadas variações significativas para os dados de biomassa entre as fases da lua considerando todo o período de coleta (Teste Kruskal-Wallis;  $p > 0,05$ ). Por

outro lado, comparando os turnos do dia, os copépodes apresentaram variação significativa para os valores de biomassa (Teste Mann-Whitney;  $p < 0,05$ ) com valores superiores no período noturno ( $980,10 \pm 934,84 \mu\text{g C m}^{-3}$ ) ao passo que no período diurno os valores máximos observados foram de  $672,35 \pm 1041,2 \mu\text{g C m}^{-3}$ .

A espécie que apresentou maior valor de biomassa tanto no período chuvoso como no seco respectivamente, foi *Acartia lilljeborgi* ( $92,17 \pm 101,77 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $447,99 \pm 341,34 \mu\text{g C m}^{-3}$ ) e o menor valor, durante o período chuvoso foi de *Euterpina acutifrons* ( $0,51 \pm 0,54 \mu\text{g C m}^{-3}$ ) e durante o período seco foi *Corycaeus giesbrechti* ( $9,98 \pm 13,41 \mu\text{g C m}^{-3}$ ).

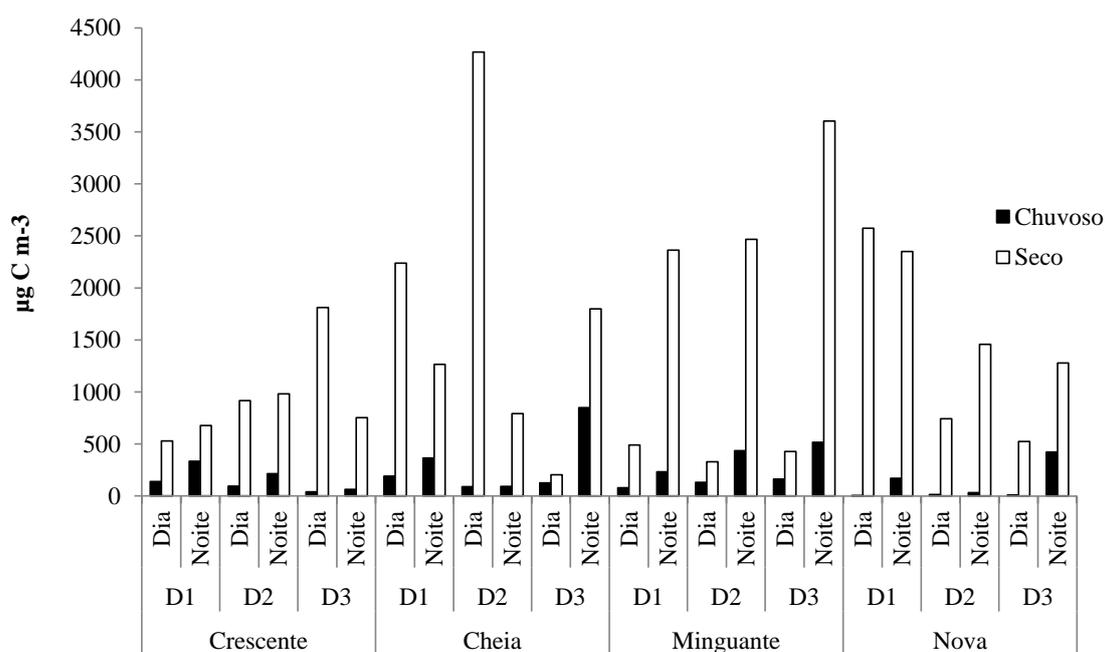


Figura 10. Variação dos valores absolutos de biomassa total para os períodos seco e chuvoso, fases da lua e turno do dia, dos copépodes pelágicos das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

### 5.2.5. Análises multivariadas

A análise de variância permutacional não paramétrica (PERMANOVA) evidenciou diferenças significativas para os dados de densidade da comunidade copépodes entre os fatores período, luas e nictemeral, além da interação PER\*LUA (Tabela 7). Para esta interação, o teste *pos-hoc* demonstrou que tanto no período seco como no chuvoso houve diferenças entre as luas Nova x Cheia, Nova x Minguante e Crescente x Minguante.

Tabela 7. PERMANOVA aplicada aos dados de densidade das espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Source	Df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)
<b>PER</b>	<b>1</b>	<b>10916</b>	<b>10916</b>	<b>19,668</b>	<b>0,0001</b>
<b>LUA</b>	<b>3</b>	<b>4494,7</b>	<b>1498,2</b>	<b>2,6995</b>	<b>0,0001</b>
<b>NIC</b>	<b>1</b>	<b>2583,7</b>	<b>2583,7</b>	<b>4,6554</b>	<b>0,0001</b>
<b>PER*LUA</b>	<b>3</b>	<b>3843,6</b>	<b>1281,2</b>	<b>2,3085</b>	<b>0,0009</b>
<b>PER*NIC</b>	1	986,33	986,33	1,7772	0,071
<b>LUA*NIC</b>	3	2506,9	835,63	1,5056	0,0499
<b>PER*LUA*NIC</b>	3	2541,2	847,06	1,5262	0,0475
<b>Res</b>	32	17760	555		
<b>Total</b>	47	45632			

Teste post-hoc	Seco		Chuvoso	
	t	P(perm)	t	P(perm)
<b>Grupos</b>				
Nova, Crescente	1,4971	0,0214	1,5292	0,0436
<b>Nova, Cheia</b>	<b>1,8554</b>	<b>0,0038</b>	<b>1,8592</b>	<b>0,0168</b>
<b>Nova, Minguante</b>	<b>2,0475</b>	<b>0,0004</b>	<b>2,0871</b>	<b>0,0048</b>
Crescente, Cheia	1,2819	0,113	1,5817	0,0417
<b>Crescente, Minguante</b>	<b>1,6478</b>	<b>0,0062</b>	<b>1,7363</b>	<b>0,0093</b>
Cheia, Minguante	1,3395	0,074	0,71858	0,8597

**PER = períodos; NIC = Nictemeral.**

A análise de agrupamento realizada com base na densidade das espécies de copépodes estudadas revelou a formação de três grupos (Figura 11). O grupo a foi formado pelas espécies *P. acutus*, *C. americana*, *P. quasimodo*, *A. lilljeborgii* e *P. crassirostris*, espécies consideradas muito frequentes durante todo o período de estudo, *E. acutifrons*, *C. velificatus*, *L. fluviatilis* e *O. oculata*, espécies consideradas frequentes. O grupo b com as espécies *P. atlantica*, *O. plumifera*, *S. pileatus*, *T. styliifera*, *C. speciosus* e *U. vulgaris* e o grupo c com *P. aculeatus* e *O. nana* incluíram as espécies pouco frequentes. As espécies esporádicas *F. gracilis*, *O. hebes* e *M. rosea* não formaram grupo definido.

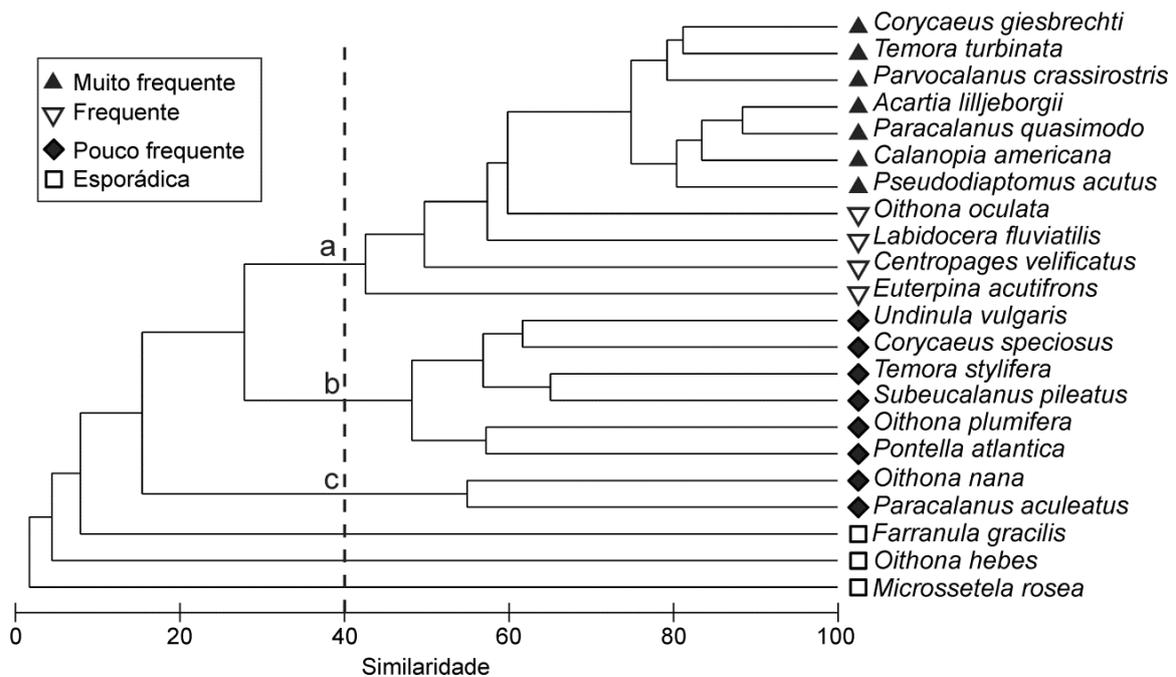


Figura 11. Análise de grupo das espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

A análise SIMPER corroborou os resultados do MDS demonstrando que o grau de similaridade dentro do período chuvoso foi de 66,66% e no período seco foi de 74,48% e que o grau de dissimilaridade entre os esses períodos foi de 41,73%. Do total

de 22 espécies identificadas nesse estudo 16 representaram cerca 90% da similaridade acumulada entre os períodos seco e chuvoso. Não foi observado um padrão de diferenças significativas na composição dos copépodes entre os períodos estudados, antes, porém, sete espécies representaram aproximadamente 70% da similaridade tanto no período seco como no chuvoso, foram elas: *A. lilljeborgi*, *P. quasimodo*, *T. turbinata*, *P. acutus*, *C. americana*, *P. crassirostris* e *C. giesbrechti* (Tabela 8).

Tabela 8. Resultado da análise SIMPER indicando a contribuição das espécies de copépodes pelágicos para o grau de (dis) similaridade entre os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

<b>Diss. Chuvoso x Seco</b>					
<b>32.36%</b>					
<b>Espécies</b>	<b>P. Chuvoso</b>	<b>P. Seco</b>	<b>Diss./DP</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Cum.%</b>
	<b>(63.66%)</b>	<b>(74.48%)</b>			
	<b>Méd. Ab.</b>	<b>Méd. Ab.</b>			
<i>Acartia lilljeborgi</i>	2,48	<b>3,75</b>	1,33	8,06	8,06
<i>Calanopia americana</i>	1,59	<b>2,89</b>	1,36	8,05	16,11
<i>Labidocera fluviatilis</i>	0,51	<b>1,61</b>	1,53	7,57	23,68
<i>Subeucalanus pileatus</i>	<b>1,45</b>	-	1,52	7,33	31,01
<i>Paracalanus quasimodo</i>	2,22	<b>3,23</b>	1,26	6,97	37,98
<i>Oithona oculata</i>	0,84	<b>1,37</b>	1,18	6,32	44,30
<i>Centropages velificatus</i>	<b>1,32</b>	0,50	1,31	6,31	50,60
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	<b>2,46</b>	2,37	1,09	6,22	56,83
<i>Temora turbinata</i>	<b>2,13</b>	2,04	1,39	5,62	62,45
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	1,48	<b>1,98</b>	1,27	5,17	67,61
<i>Euterpina acutifrons</i>	0,33	0,96	1,18	5,06	72,68
<i>Temora stylifera</i>	<b>0,94</b>	-	1,10	4,57	77,24
<i>Corycaeus giesbrechti</i>	<b>1,56</b>	1,53	1,05	3,97	81,22
<i>Corycaeus speciosus</i>	<b>0,80</b>	-	0,95	3,93	85,14
<i>Oithona plumifera</i>	<b>0,68</b>	-	0,82	3,25	88,40
<i>Oithona nana</i>	-	0,55	0,73	2,87	91,27

Os resultados da rotina Best-Bioenv aplicada aos dados de densidades dos copépodes e das variáveis ambientais estão reunidos na Tabela 9. Os valores de correlação Spearman variaram entre 0,420 e 0,318 para combinações de até quatro variáveis abióticas e apresentaram boa correlação com a matriz de dados biológicos segundo o teste de permutação global ( $Rho = 0.42$ ;  $p = 0,01\%$ ). As combinações que melhor explicaram a variação da densidade da comunidade de copépodes nos recifes de Tamandaré foram Pluviosidade, Salinidade, MPS e Pluviosidade, MPS ( $r_s = 0,420$ ). A clorofila- *a* também apareceu na combinação das variáveis com Pluviosidade, Salinidade e MPS com valor de  $r_s = 0,382$ .

Tabela 9. Resultado da rotina Best-Bioenv aplicado aos dados abióticos e da comunidade de copépodes pelágicos comparando os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

<b>Correlação <math>r_s</math></b>	<b>Combinações de variáveis</b>
<b>0.420</b>	Pluviosidade, salinidade, MPS
<b>0.420</b>	Pluviosidade, MPS
<b>0.382</b>	Pluviosidade, salinidade, clorofila- <i>a</i> , MPS
<b>0.373</b>	Salinidade, MPS
<b>0.354</b>	Pluviosidade, salinidade, clorofila- <i>a</i>
<b>0.350</b>	Pluviosidade
<b>0.332</b>	Pluviosidade, temperatura, salinidade, MPS
<b>0.324</b>	Salinidade, clorofila- <i>a</i> , MPS
<b>0.322</b>	Pluviosidade, temperatura, salinidade
<b>0.318</b>	Pluviosidade, MPS

### 5.3. Produção estimada da comunidade dos copépodes

Entre as 22 espécies de copépodes registradas, apenas as classificadas como muito frequentes e frequentes (Tabela 3) e que são responsáveis por 94% dos valores de densidade de toda comunidade foram utilizadas para os cálculos de produção secundária no ambiente em estudo. São elas: *Acartia lilljeborgi*, *Paracalanus quasimodo*, *Parvolcalanus crassirostris*, *Calanopia americana*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Centropages velificatus*, *Temora turbinata*, *Labidocera fluviatilis*, *Corycaeus giesbrechti*, *Oithona oculata* e *Euterpina acutifrons*. Entre estas espécies, *A. lilljeborgi* apresentou os maiores valores médios de produção tanto no período seco ( $107,78 \pm 82,72 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) como no período chuvoso ( $23,26 \pm 25,83 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ). Durante o período seco a espécie menos produtiva foi *O. oculata* ( $0,91 \pm 1,02 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) e durante o período chuvoso *E. acutifrons* ( $0,12 \pm 0,13 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) apresentou os menores valores de produção.

A produção média total da comunidade dos copépodes pelágicos na área de estudo foi de  $410,78 \pm 278,12 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ . Comparando os períodos seco e chuvoso foi possível observar diferença muito significativa entre os mesmos (Teste Mann-Whitney;  $p < 0,001$ ) e os valores médios de produção para cada um foram respectivamente de  $360,640 \pm 261,60$  e  $50,147 \pm 50,12 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$  (Figura 12).

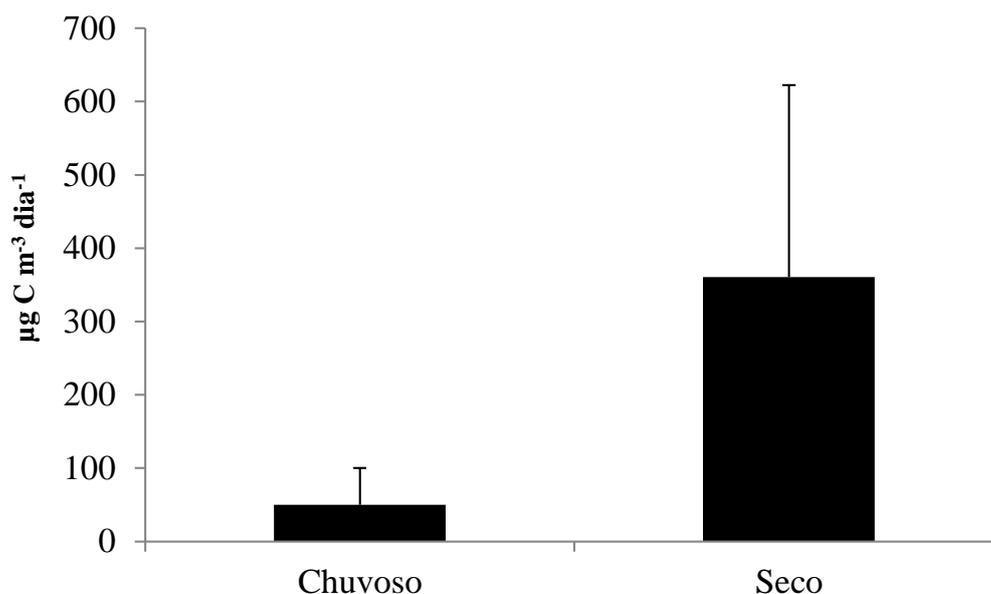


Figura 12. Valores médios produção secundária, incluindo o desvio padrão, das onze principais espécies de copépodes pelágicos comparando os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Não foram observadas diferença significativa, em relação a influencia das fases da lua, sobre a produção da comunidade de copépodes pelágicos de Tamandaré (Kruskal-Wallis,  $p = 0,913$ ). Os maiores valores de produção foram observados durante a lua cheia no período seco  $430,93 \pm 358,26 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$  e os menores valores de produção foram observados durante a lua nova no período chuvoso  $27,47 \pm 42,50 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ . Os valores de produção não variaram significativamente entre as fases da lua nem no período seco nem durante o período chuvoso (Figura 13).

Em contra partida, existe diferença muito significativa comparando os valores de produção obtidos durante a fase de lua crescente do período seco e do período chuvoso (Teste Mann-Whitney;  $p = 0,002$ ) e entre as demais fases da lua em cada período. Lua cheia\_seco X Lua\_cheia chuvoso (Teste Mann-Whitney;  $p = 0,015$ ), lua

minguante\_seco X lua minguante chuvoso (Teste Mann-Whitney;  $p = 0,041$ ) e entre a lua nova\_seco X lua nova\_chuvoso (Teste Mann-Whitney;  $p = 0,002$ ).

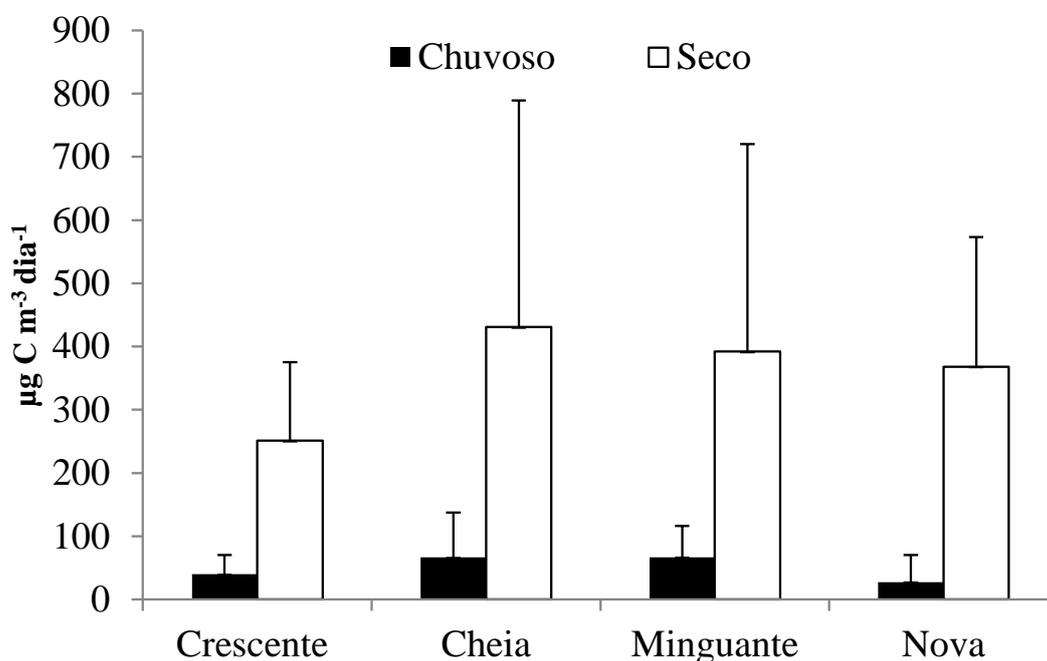


Figura 13. Valores médios produção secundária, incluindo o desvio padrão, das onze principais espécies dos copépodes pelágicos comparando as fases da lua entre si e entre os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Em relação à variação entre os dias e as noites, existe diferença significativa para os valores de produção da comunidade de copépodes de Tamandaré (Teste Mann-Whitney;  $p = 0,040$ ). Os valores de produção foram superiores durante a noite ( $242,60 \pm 224,49 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ). Comparando os turnos do dia, levando em consideração a variação sazonal, foi possível verificar que no turno da noite os valores de produção foram de  $406,93 \pm 207,74 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$  para o período seco e de  $78,28 \pm 57,48 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$  no período chuvoso. Durante o dia, os valores observados foram de  $314,34 \pm 308,63 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$  no período seco e  $22,01 \pm 14,88 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$  no chuvoso (Figura 14).

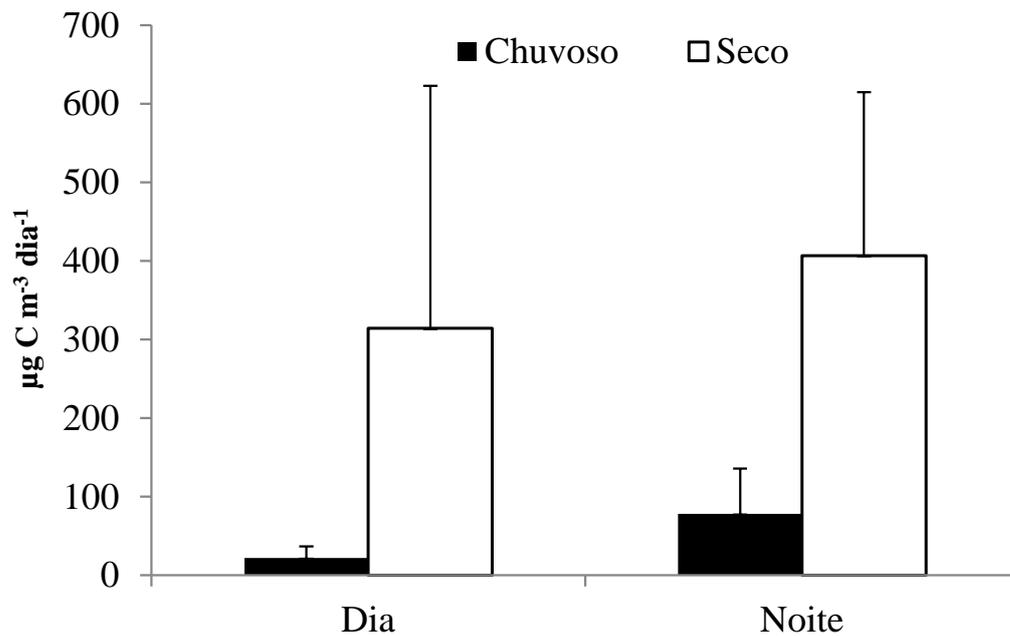


Figura 14. Valores médios produção secundária, incluindo o desvio padrão, das onze principais espécies de copépodes pelágicos comparando as fases os turnos do dia entre sí, e entre os períodos seco e chuvoso das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

## 5.4. Dinâmica populacional e produção estimada das principais espécies

### 5.4.1. *Acartia lilljeborgi*

*Acartia lilljeborgi* foi considerada muito frequente (100%) tanto no período seco como no período chuvoso, sendo encontrada em todas as fases da lua, como também durante os períodos diurno e noturno. Comparando os valores de densidade de *A.lilljeborgi* com os das demais espécies encontradas na área de estudo, foi observado que esta espécie chega a representar aproximadamente 13,3% do valor total de densidade durante o dia e 22,6% durante a noite no período chuvoso, como pode ser observado na Figura 15. Já no período seco a mesma espécie chega a representar aproximadamente 28,2 e 41% dos valores totais de densidade para o dia e noite, respectivamente (Figura 15).

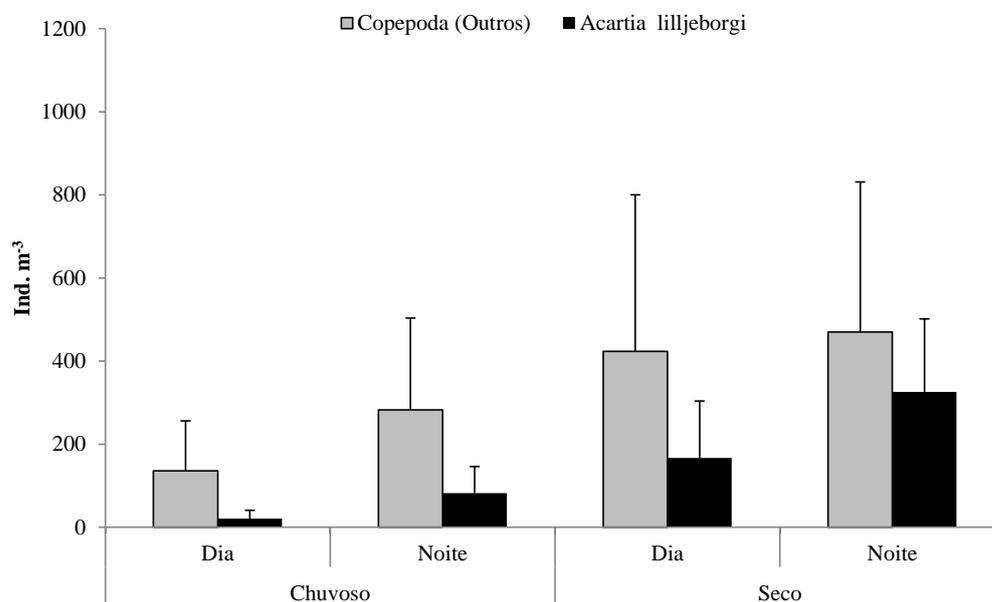


Figura 15. Valores de densidade média (com desvio padrão) enfatizando a variação sazonal e nictemeral comparação entre *A. lilljeborgi* e as demais espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

De forma geral, *A. lilljeborgi* apresentou valores médios de densidade superiores no período seco ( $246,31 \pm 174,31$  ind.  $m^{-3}$ ) (Mann-Whitney;  $p < 0,001$ ) e no período noturno ( $204,2 \pm 179,35$  ind.  $m^{-3}$ ) (Mann-Whitney;  $p= 0,008$ ) (Figura 16). Para o período chuvoso o valor médio de densidade observado foi de  $51,6 \pm 55,7$  ind. $m^{-3}$  e os valores observados durante o dia foram de  $93,7 \pm 121,33$  ind. $m^{-3}$ . Em relação à influência das fases da lua, os valores médios de densidade não apresentaram diferenças significativas (Figura. 16). Analisando as variações das fases da lua de forma mais detalhada foi possível observar diferenças significativas comparando par a par o dia e a noite durante o período de influência da lua nova, durante o período seco (Teste t;  $p=0,043$ ) e entre o dia e a noite da lua minguante ainda durante o período seco (Teste t;  $p=0,001$ ).

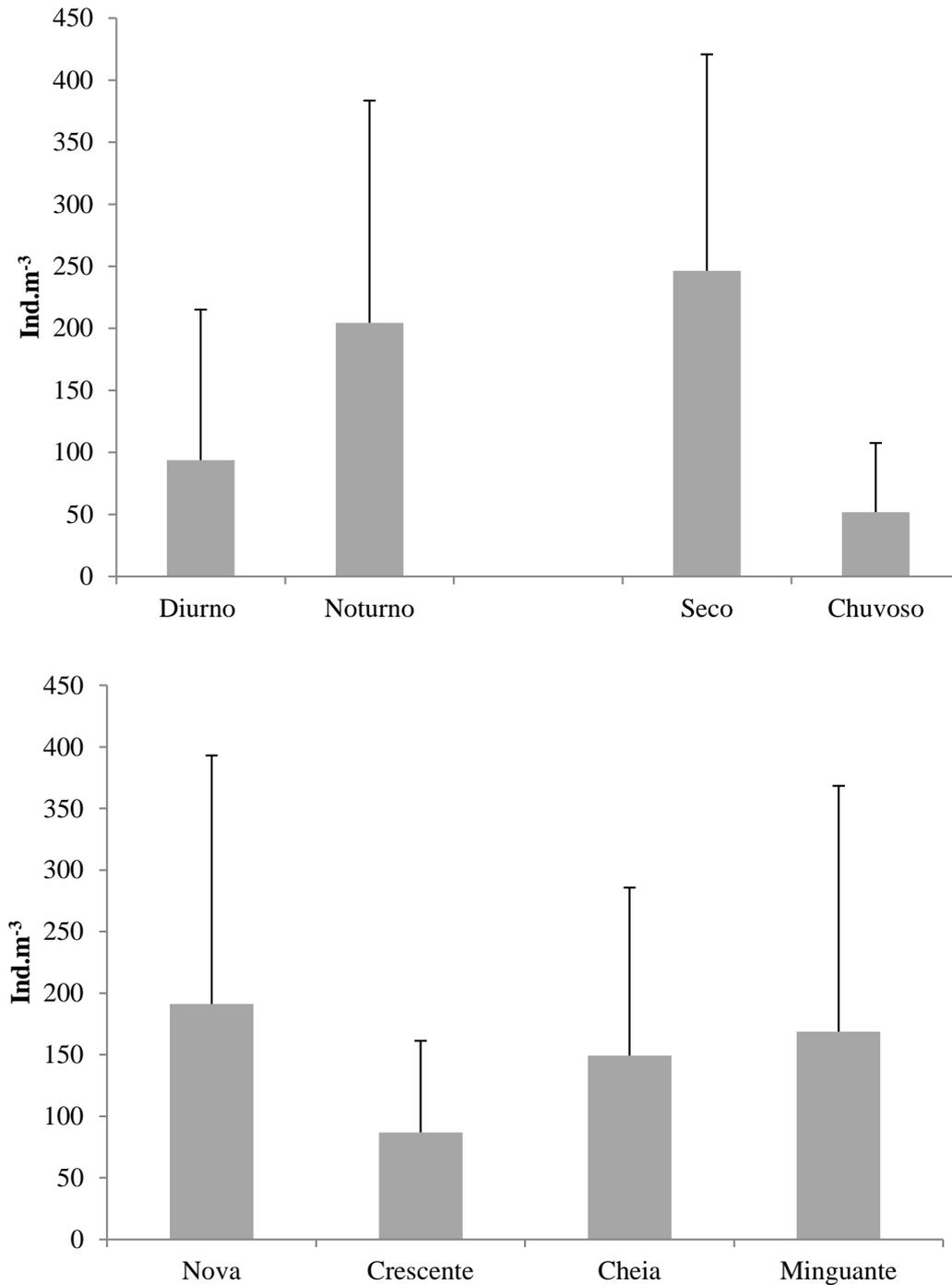


Figura 16. Média geral, com desvio padrão, dos valores de densidade de *A. lilljeborgi* apresentando as diferenças observadas entre o dia e a noite, entre os períodos seco e chuvoso e entre as luas das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Os valores médios de densidade para os diferentes estágios de desenvolvimento (juvenis e indivíduos adultos - machos e fêmeas) ficaram distribuídos da seguinte forma: foi observado que tanto no período chuvoso como no seco, os juvenis apresentaram densidades superiores aos adultos, com destaque para o período seco, durante a fase de lua cheia, no período diurno e noturno. O menor valor de densidade foi observado no período chuvoso, durante no período diurno, na fase de lua nova. Em relação aos adultos a quantidade de fêmeas é sempre superior a dos machos se comparado a qualquer fator analisado como pode ser observado na Figura 17. A Tabela 10 apresenta os valores relacionados ao cálculo da proporção macho/fêmea, onde é possível observar que as maiores proporções estão associadas ao período seco durante o dia e ao período de luas crescente e cheia e as menores proporções são observadas no período chuvoso de forma geral.

Houve diferença significativa (Teste Mann-Whitney;  $p < 0,001$ ) entre o período seco e chuvoso para os valores de biomassa e produção para *A. lilljeborgi*, sendo o maior valor médio observado no período seco ( $720,50 \pm 219,7 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $169,36 \pm 59,3 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) e o menor no chuvoso ( $1,76 \pm 1,63 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $0,41 \pm 0,33 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) como apresentado na Tabela 11.

Não houve diferença significativa para os valores de produção secundária de *A. lilljeborgi* entre as fases da lua. Assim como foi observado com os valores de densidade, analisando as variações das fases da lua de forma mais detalhada, foi possível observar diferenças significativas para os valores de produção comparando par a par o dia e a noite da lua nova, durante o período seco (Teste t;  $p = 0,046$ ) e entre o dia e a noite da lua minguante ainda durante o período seco (Teste t;  $p = 0,014$ ).

De forma geral, foi observada diferença significativa para os valores de produção entre os períodos diurnos e noturnos (Teste Mann-Whitney;  $p= 0,005$ ). Detalhando ainda mais a análise, foi possível observar que os períodos diurnos e noturnos da estação chuvosa são diferentes entre si (Teste Mann-Whitney;  $p= 0,012$ ). Como também, foi observada diferença significativa entre os turnos diurnos e noturnos do período seco (Teste Mann-Whitney;  $p= 0,009$ ).

Na Tabela 12 é possível observar a correlação entre os fatores bióticos (densidade, biomassa e produção) e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila- *a* e material particulado em suspensão) analisados. Todos os fatores bióticos apresentaram correlação negativa com a temperatura, a salinidade e a clorofila- *a*. Por outro lado, foi observada correlação positiva e com os valores de pluviosidade e material particulado em suspensão.

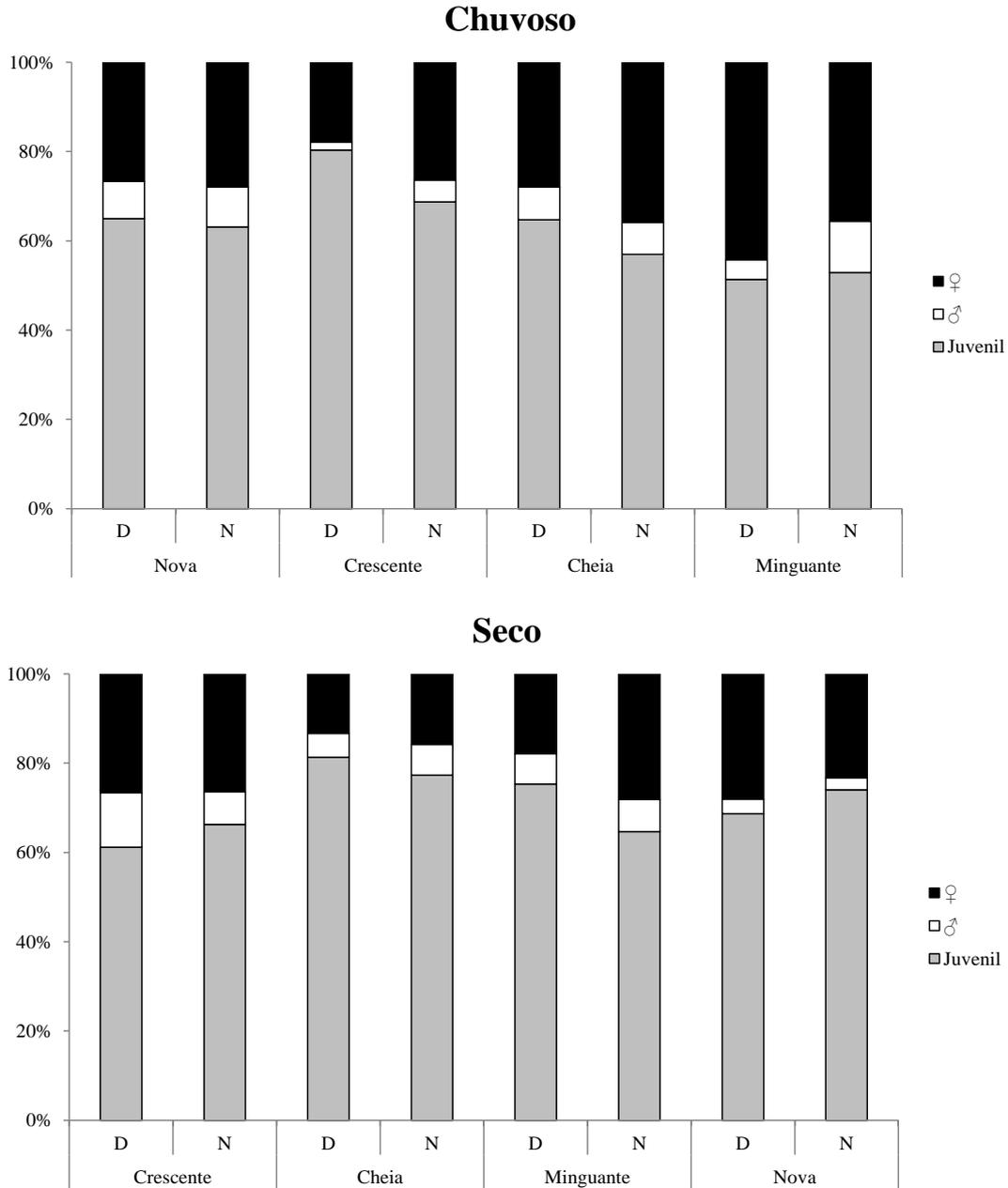


Figura 17. Proporção entre juvenil, macho e fêmea de *A. lilljeborgi* variação sazonal, nictemeral e entre as fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Cres = lua crescente. Ming = fase da lua minguante, D = dia, N = noite; ♂ = Macho, ♀ = fêmea .

Tabela 10. Proporção macho/fêmea de *A. lilljeborgi* comparando amostras coletadas nos períodos chuvoso e seco, em diferentes fases de lua e durante o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

<b>Lua</b>	<b>Turno</b>	<b>Chuvoso</b>	<b>Seco</b>
<b>Macho/fêmea</b>			
Crescente	D	0,10	0,46
	N	0,19	0,28
Cheia	D	0,26	0,40
	N	0,20	0,43
Minguante	D	0,10	0,38
	N	0,32	0,26
Nova	D	0,31	0,12
	N	0,32	0,11

D = Dia; N = Noite.

Tabela 11. Variação dos valores de biomassa e produção de *A. lilljeborgi* (valores médios e desvio padrão), comparação entre períodos seco e chuvoso, entre as fases da lua e entre o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

		Chuvoso		Seco	
		Biomassa ( $\mu\text{g C m}^{-3}$ )	Produção ( $\mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ )	Biomassa ( $\mu\text{g C m}^{-3}$ )	Produção ( $\mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ )
<b>Lua</b>	<b>Turno</b>				
<b>Nova</b>	<b>D</b>	1,76 ± 1,63	0,41 ± 0,33	245,81 ± 91,21	58,11 ± 16,2
	<b>N</b>	82,47 ± 116,13	20,74 ± 29,49	628,63 ± 213,53	148,08 ± 52,32
<b>Crescente</b>	<b>D</b>	21,10 ± 5,32	5,54 ± 1,38	518,99 ± 355,5	123,05 ± 81,24
	<b>N</b>	79,24 ± 53,25	20,72 ± 13,60	182,81 ± 91,75	42,93 ± 19,3
<b>Cheia</b>	<b>D</b>	51,90 ± 19,70	11,83 ± 4,14	224,04 ± 254,31	50,95 ± 61,28
	<b>N</b>	123,14 ± 120,6	28,36 ± 28,66	207,83 ± 78,9	52,05 ± 15,56
<b>Minguante</b>	<b>D</b>	23,82 ± 14,17	5,67 ± 3,40	101,33 ± 52,98	23,35 ± 11,6
	<b>N</b>	100,74 ± 67,72	26,29 ± 19,55	720,50 ± 219,70	169,36 ± 59,33

D = Dia; N = Noite.

Tabela 12. Correlação entre os valores de densidade, biomassa e produção de *A. lilljeborgi* e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila- *a* e Material particulado em suspensão) noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

	Pluv.	Temp.	Sal.	Chl-a	MPS
<b>Densidade</b>	<b>0,587***</b>	-0,194	<b>-0,43**</b>	-0,0757	<b>0,593***</b>
<b>Biomassa</b>	<b>0,559***</b>	-0,236	<b>-0,409**</b>	-0,16	<b>0,555***</b>
<b>Produção</b>	<b>0,555***</b>	-0,218	<b>-0,402**</b>	-0,153	<b>0,551***</b>

\* $p < 0,05$  \*\* $p < 0,01$  \*\*\* $p < 0,001$

#### 5.4.2. *Paracalanus quasimodo*

*Paracalanus quasimodo* foi considerada muito frequente (100%) tanto no período seco como no período chuvoso sendo encontrada em todas as fases da lua, como também durante os períodos diurno e noturno. Comparando os valores de densidade de *P. quasimodo* com os das demais espécies encontradas na área de estudo, foi observado que esta espécie chega a representar aproximadamente 10% do valor total de densidade durante o dia e 18% durante a noite durante o período chuvoso, como pode ser observado na Figura 18. Já no período seco a mesma espécie chega a representar aproximadamente 27 e 22% dos valores totais de densidade para o dia e noite respectivamente (Figura 18).

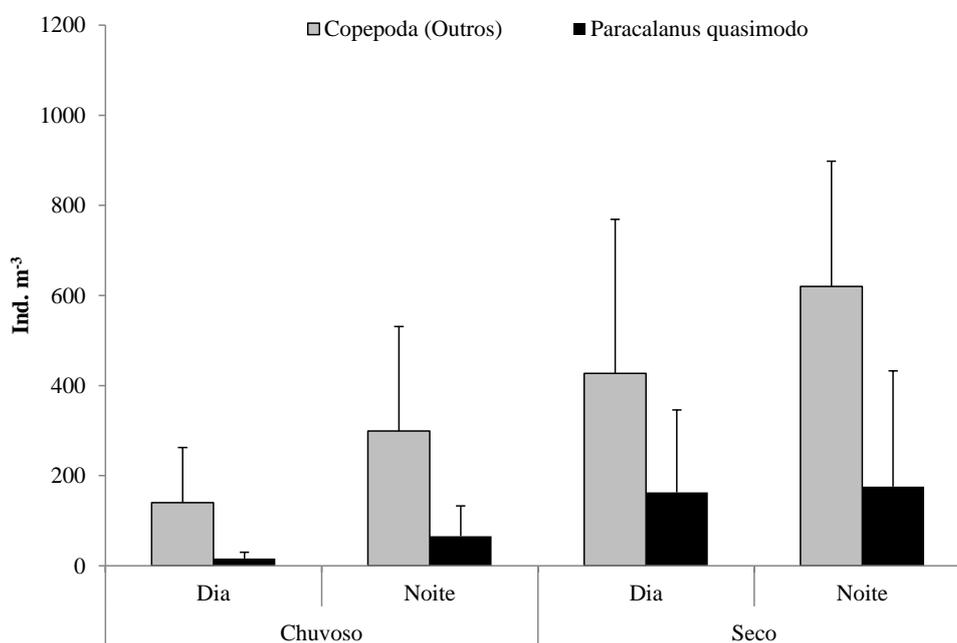


Figura 18. Valores de densidade média (com desvio padrão) enfatizando a variação sazonal e nictemeral comparação entre *P. quasimodo* e as demais espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

De forma geral, *P. quasimodo* apresentou valores médios de densidade superiores no período seco ( $169,5 \pm 218,1 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e no período noturno ( $120,8 \pm 192,2 \text{ ind.m}^{-3}$ ) (Figura 19). Para o período chuvoso, o valor médio de densidade observado foi de  $41,1 \pm 53,7 \text{ ind.m}^{-3}$  e os valores observados durante o dia foram de  $89,8 \pm 147,1 \text{ ind.m}^{-3}$ . Houve diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso para os valores de densidade de *P. quasimodo* (Teste Mann-Whitney;  $p= 0,001$ ). Não houve diferenças significativas para os valores de densidade comparando os dias e as noites. De forma geral, em relação à influência das fases da lua, os valores médios de densidade não apresentaram diferenças significativas (Figura 19). Porém, analisando as variações das fases da lua de forma mais detalhada foi possível observar diferenças significativas comparando par a par o dia e a noite da lua nova, durante o período chuvoso (Teste t;  $p=0,021$ ).

Os valores médios de densidade para os diferentes estágios de desenvolvimento (juvenis e indivíduos adultos - machos e fêmeas) ficaram distribuídos da seguinte forma: foi observado que tanto no período chuvoso como no seco, os juvenis apresentaram densidades superiores aos adultos, com destaque para o período seco, durante a fase de lua cheia, no período diurno. O menor valor de densidade foi observado no período chuvoso, durante o dia, na fase de lua nova. Em relação aos adultos a quantidade de fêmeas é sempre superior a dos machos se comparado a qualquer fator analisado como pode ser observado na Figura 20. O que chama atenção para *P. quasimodo* é a presença de adultos (fêmeas em quantidade superior as demais espécies analisadas). A Tabela 13 apresenta os valores relacionados ao cálculo da proporção macho/fêmea, onde é possível observar que a maiores proporções estão associadas ao período seco, com destaque para o turno noturno na lua crescente e as

menores proporções são observadas no período chuvoso com destaque para o turno noturno da lua minguante.

De forma geral, existe diferenças significativas entre os valores de biomassa e produção de *P. quasimodo* entre os períodos seco e chuvoso (Teste Mann-Whitney;  $p < 0,001$ ). Durante o período chuvoso o maior valor médio de biomassa e produção de *P. quasimodo*, foi observado durante a lua minguante no turno da noite ( $20,70 \pm 4,44 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $5,11 \pm 1,53 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) e o menor ( $0,74 \pm 0,76 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $0,18 \pm 0,20 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ). E, durante o período seco, o maior valor médio de biomassa e produção de *P. acutus*, foi observado durante a lua minguante no turno da noite ( $86,77 \pm 95,40 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $18,55 \pm 19,75 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) e o menor ( $10,82 \pm 12,13 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $2,35 \pm 2,48 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) como apresentado na Tabela 14.

Não houve diferença significativa para os valores de produção secundária de *P. quasimodo* entre as fases da lua. Assim como foi observado com os valores de densidade, analisando as variações das fases da lua de forma mais detalhada, foi possível observar diferenças significativas para os valores de produção comparando par a par o dia e a noite da lua minguante, durante o período chuvoso (Teste t;  $p=0,014$ ) e entre o dia e a noite da lua minguante juntando os períodos seco e chuvoso (Teste t;  $p=0,009$ ). Para *P. quasimodo* não houve diferença significativa para os valores de biomassa e produção entre os períodos diurnos e noturnos.

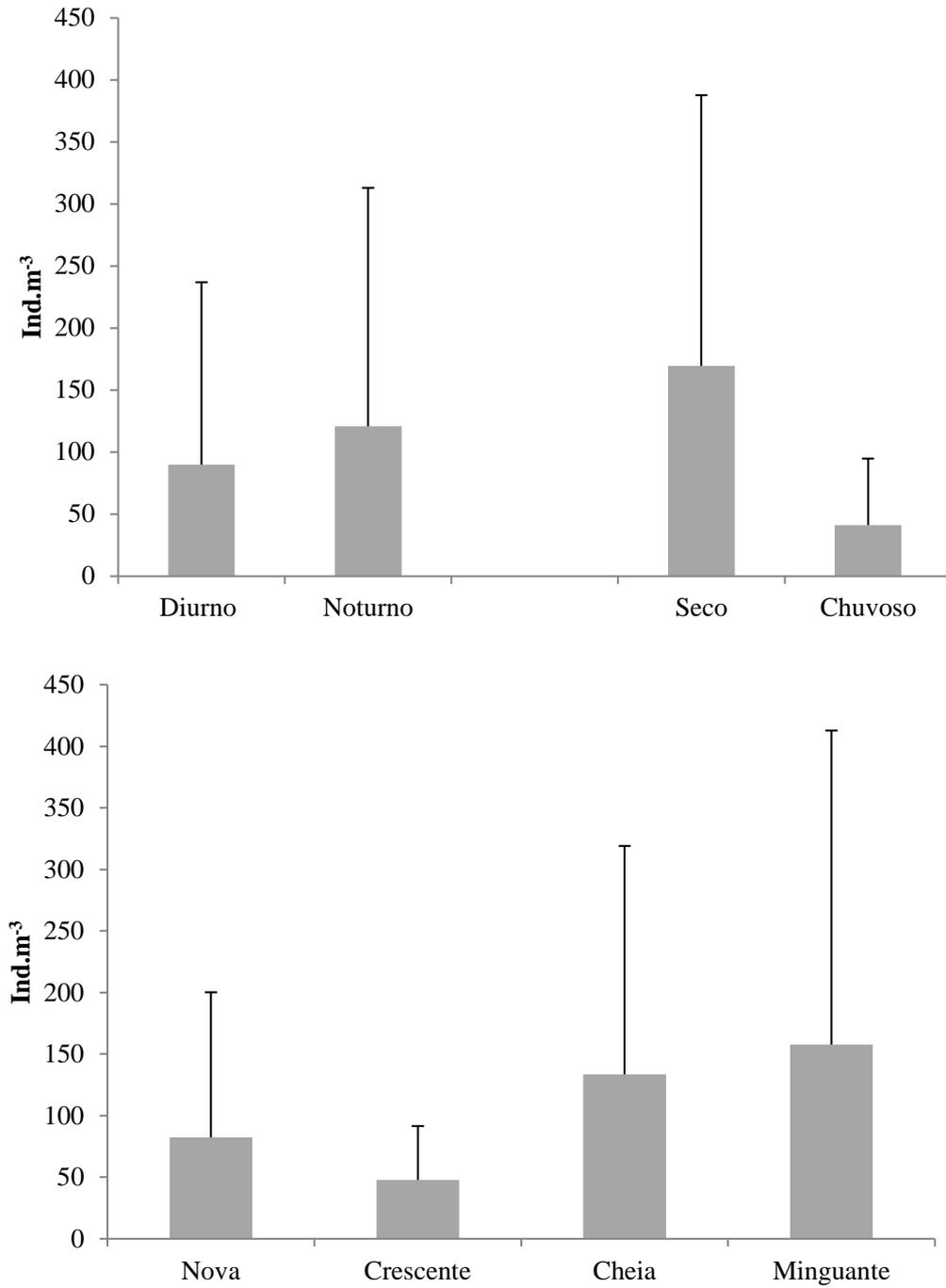


Figura 19. Média geral, com desvio padrão, dos valores de densidade de *P. quasimodo* apresentando as diferenças observadas entre o dia e a noite, entre os períodos seco e chuvoso e entre as luas das amostradas coletadas na área recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.

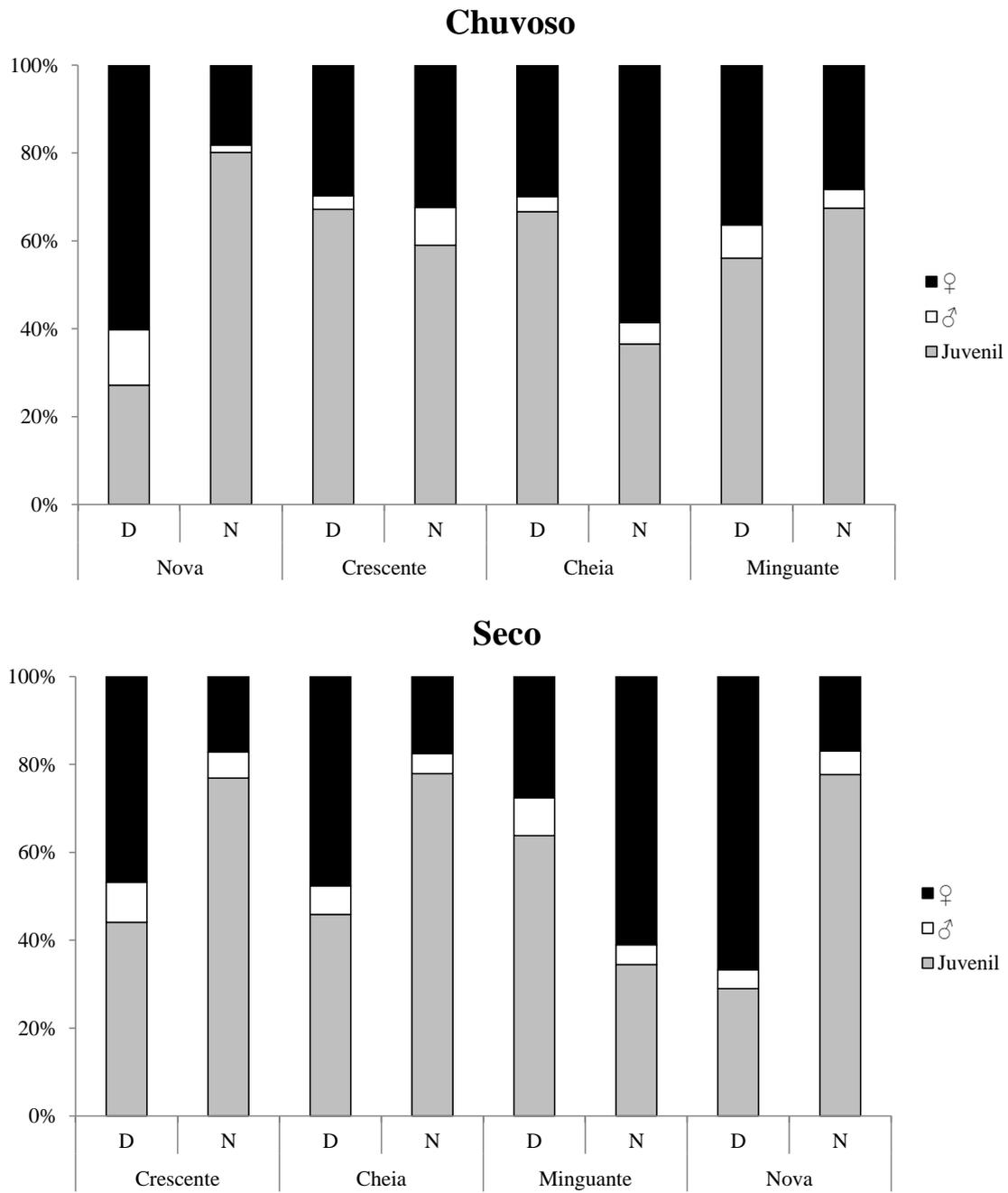


Figura 20. Proporção entre juvenil, macho e fêmea de *P. quasimodo* variação sazonal, nictemeral e entre as fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Cres = lua crescente. Ming = fase da lua minguante, D = dia, N = noite; ♂ = Macho, ♀ = fêmea .

Tabela 13. Proporção macho/fêmea de *P. quasimodo* comparando amostras coletadas nos períodos chuvoso e seco, em diferentes fases de lua e durante o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

<b>Lua</b>	<b>Turno</b>	<b>Chuvoso</b>	<b>Seco</b>
Macho/fêmea			
<b>Crescente</b>	D	0,21	0,20
	N	0,10	0,35
<b>Cheia</b>	D	0,10	0,14
	N	0,27	0,26
<b>Minguante</b>	D	0,11	0,31
	N	0,08	0,07
<b>Nova</b>	D	0,21	0,06
	N	0,15	0,32

D = diurno; N = Noturno

Na Tabela 15 podemos observar a correlação entre os fatores bióticos (densidade, biomassa e produção) e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila- *a* e material particulado em suspensão) analisados. Todos os fatores bióticos apresentaram correlação negativa com a pluviosidade, temperatura e com material particulado em suspensão. Por outro lado houve correlação positiva com salinidade e a os valores de clorofila- *a*.

Tabela 14. Variação dos valores de biomassa e produção de *P. quasimodo* (valores médios e desvio padrão), comparação entre períodos seco e chuvoso, entre as fases da lua e entre o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

		Chuvoso		Seco	
		Biomassa	Produção	Biomassa	Produção
		( $\mu\text{g C m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ )	( $\mu\text{g C m}^{-3}$ )	( $\mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ )
Nova	D	0,74 ± 0,76	0,18 ± 0,20	38,63 ± 41,87	8,47 ± 8,83
	N	5,34 ± 6,92	1,26 ± 1,66	18,99 ± 19,56	4,08 ± 40,4
Crescente	D	3,31 ± 3,17	0,88 ± 0,89	23,74 ± 15,35	5,97 ± 4,01
	N	4,28 ± 3,21	1,08 ± 0,79	10,82 ± 12,13	2,35 ± 2,48
Cheia	D	5,08 ± 1,74	1,11 ± 0,31	64,08 ± 70,89	14,13 ± 16,46
	N	20,53 ± 25,96	4,59 ± 5,93	25,15 ± 12,82	5,51 ± 2,63
Minguante	D	5,31 ± 2,34	1,21 ± 0,53	14,04 ± 4,01	3,17 ± 1,02
	N	20,70 ± 4,44	5,11 ± 1,53	86,77 ± 95,40	18,55 ± 19,75

D = diurno; N = Noturno.

Tabela 15. Correlação entre os valores de densidade, biomassa e produção de *P. quasimodo* e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila- *a* e Material particulado em suspensão) das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

	Pluv.	Temp.	Sal.	Chl- <i>a</i>	MPS
Densidade	-0,507***	-0,0403	0,453**	0,0993	-0,292*
Biomassa	-0,515***	-0,0709	0,43**	0,118	-0,298*
Produção	-0,508***	-0,0567	0,424**	0,0999	-0,288*

\* $p < 0,05$  \*\* $p < 0,01$  \*\*\* $p < 0,001$

### 5.4.3. *Pseudodiaptomus acutus*

*Pseudodiaptomus acutus* foi considerada muito frequente tanto no período seco (95,3%) como no período chuvoso (87,5%), sendo encontrada em todas as fases da lua, como também durante os períodos diurno e noturno. Comparando os valores de densidade de *P. acutus* com os das demais espécies encontradas na área de estudo, foi observado que esta espécie chega a representar aproximadamente 39% do valor total de densidade durante o dia e 29% durante a noite durante o período chuvoso, como pode ser observado na Figura 21. Já no período seco a mesma espécie chega a representar aproximadamente 5 e 10% dos valores totais de densidade para o dia e noite respectivamente (Figura 21).

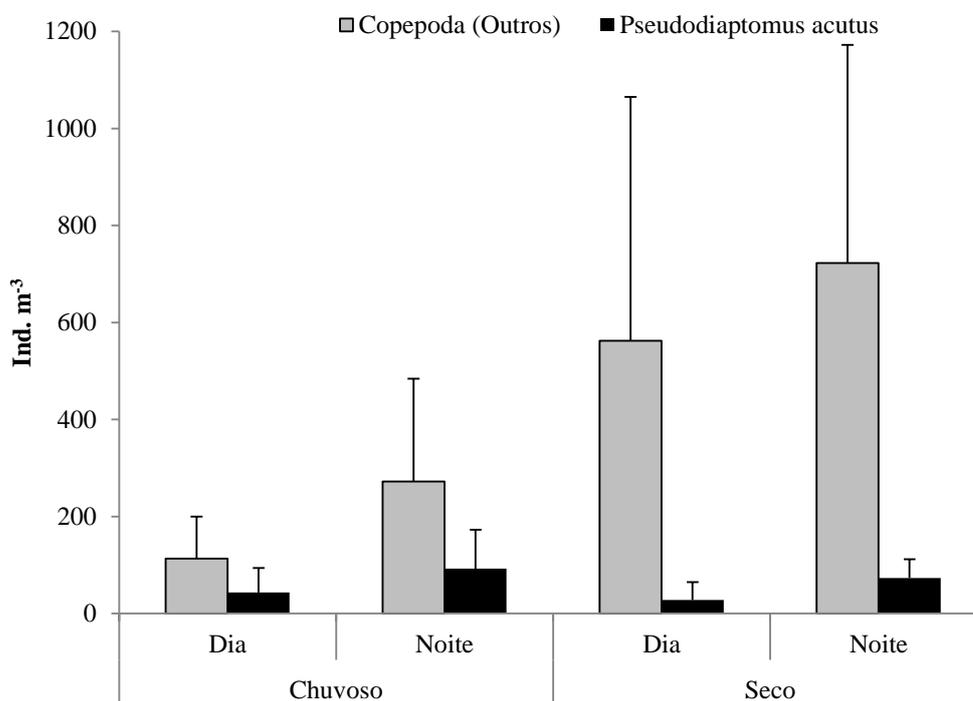


Figura 21. Valores de densidade média (com desvio padrão) enfatizando a variação sazonal e nictemeral comparação entre *P. acutus* e as demais espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

De forma geral, *P. acutus* apresentou valores médios de densidade superiores no período chuvoso ( $68,1 \pm 69,9 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e no período noturno ( $82,9 \pm 62,1 \text{ ind.m}^{-3}$ ) (Teste Mann-Whitney;  $p= 0,002$ ) (Figura. 22). Para o período Seco, o valor médio de densidade observado foi de  $50,4 \pm 43,5 \text{ ind.m}^{-3}$  e os valores observados durante o dia foram de  $35,7 \pm 43,33 \text{ ind.m}^{-3}$ . Não houve diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso para os valores de densidade de *P. acutus*. Em relação à influência das fases da lua, os valores médios de densidade não apresentaram diferenças significativas (Figura. 22). Analisando as variações das fases da lua de forma mais detalhada foi possível observar diferenças significativas comparando par a par o dia e a noite da lua nova, durante o período seco (Teste t;  $p=0,040$ ).

Os valores médios de densidade para os diferentes estágios de desenvolvimento (juvenis e indivíduos adultos - machos e fêmeas) ficaram distribuídos da seguinte forma: foi observado que tanto no período chuvoso como no seco, os juvenis apresentaram densidades superiores aos adultos, com destaque para o período chuvoso, durante a fase de lua nova, no período noturno. O menor valor de densidade para esta espécie foi observado também no período chuvoso, durante no período diurno, na fase de lua nova. Em relação aos adultos a quantidade de fêmeas é sempre superior a dos machos se comparado a qualquer fator analisado como pode ser observado na Figura 23. O que chama atenção para *P. acutus* é a presença de adultos (machos e fêmeas em quantidade superior as demais espécies analisadas). A Tabela 16 apresenta os valores relacionados ao cálculo da proporção macho/fêmea, onde é possível observar que a maiores proporções estão associadas ao período seco, com destaque para o turno diurno na lua cheia e as menores proporções são observadas no período chuvoso com destaque para o turno diurno da lua nova.

Não houve diferenças significativas para os valores de biomassa e produção de *P. acutus* entre os períodos seco e chuvoso de forma geral. Durante o período chuvoso o maior valor médio de biomassa e produção de *P. acutus*, foi observado durante a lua nova no turno da noite ( $151,97 \pm 64,49 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $39,53 \pm 15,93 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) e o menor ( $0,44 \pm 0,76 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $0,12 \pm 0,21 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ). E, durante o período seco, o maior valor médio de biomassa e produção de *P. acutus*, foi observados durante a lua minguante no turno da noite ( $132,11 \pm 75,14 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $31,36 \pm 19,01 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) e o menor ( $19,61 \pm 9,34 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $4,52 \pm 12,22 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) como apresentado na Tabela 17.

De acordo com o que foi observado para variação sazonal, também não houve diferença significativa para os valores de produção secundária de *P. acutus* entre as fases da lua. Assim como foi observado com os valores de densidade, analisando as variações das fases da lua de forma mais detalhada, foi possível observar diferenças significativas para os valores de produção comparando par a par o dia e a noite da lua minguante, durante o período chuvoso (Teste t;  $p=0,043$ ) e entre o dia e a noite da lua nova juntando os períodos seco e chuvoso (Teste t;  $p=0,026$ ).

De forma geral, foi observada diferença significativa para os valores de produção entre os períodos diurnos e noturnos (Teste Mann-Whitney;  $p= 0,005$ ). Detalhando ainda mais a análise, foi possível observar que os períodos diurnos e noturnos da estação seca são diferentes entre si (Teste Mann-Whitney;  $p= 0,012$ ). Por outro lado, não foi observada diferença significativa entre os turnos diurnos e noturnos do período chuvoso.

Na Tabela 18 podemos observar a correlação entre os fatores bióticos (densidade, biomassa e produção) e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura,

salinidade, clorofila- *a* e material particulado em suspensão) analisados. Todos os fatores bióticos apresentaram correlação positiva com a pluviosidade, salinidade e com material particulado em suspensão. Apenas a densidade apresentou correlação positiva com os valores clorofila- *a*, sendo que, os valores de biomassa e produção apresentaram correlação negativa com clorofila- *a*. Por outro lado, os fatores bióticos apresentaram correlação positiva com a temperatura.

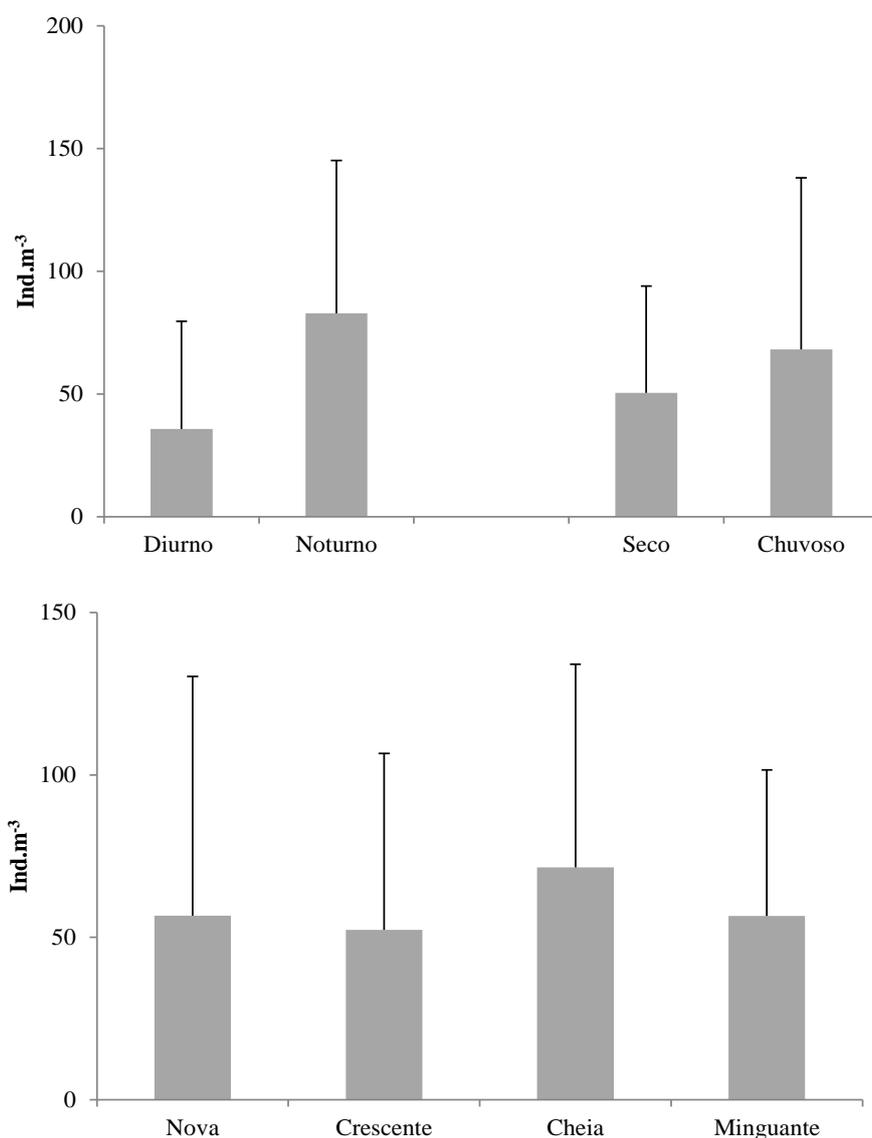


Figura 22. Média geral, com desvio padrão, dos valores de densidade de *P. acutus* apresentando as diferenças observadas entre o dia e a noite, entre os períodos seco e chuvoso e entre as luas das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

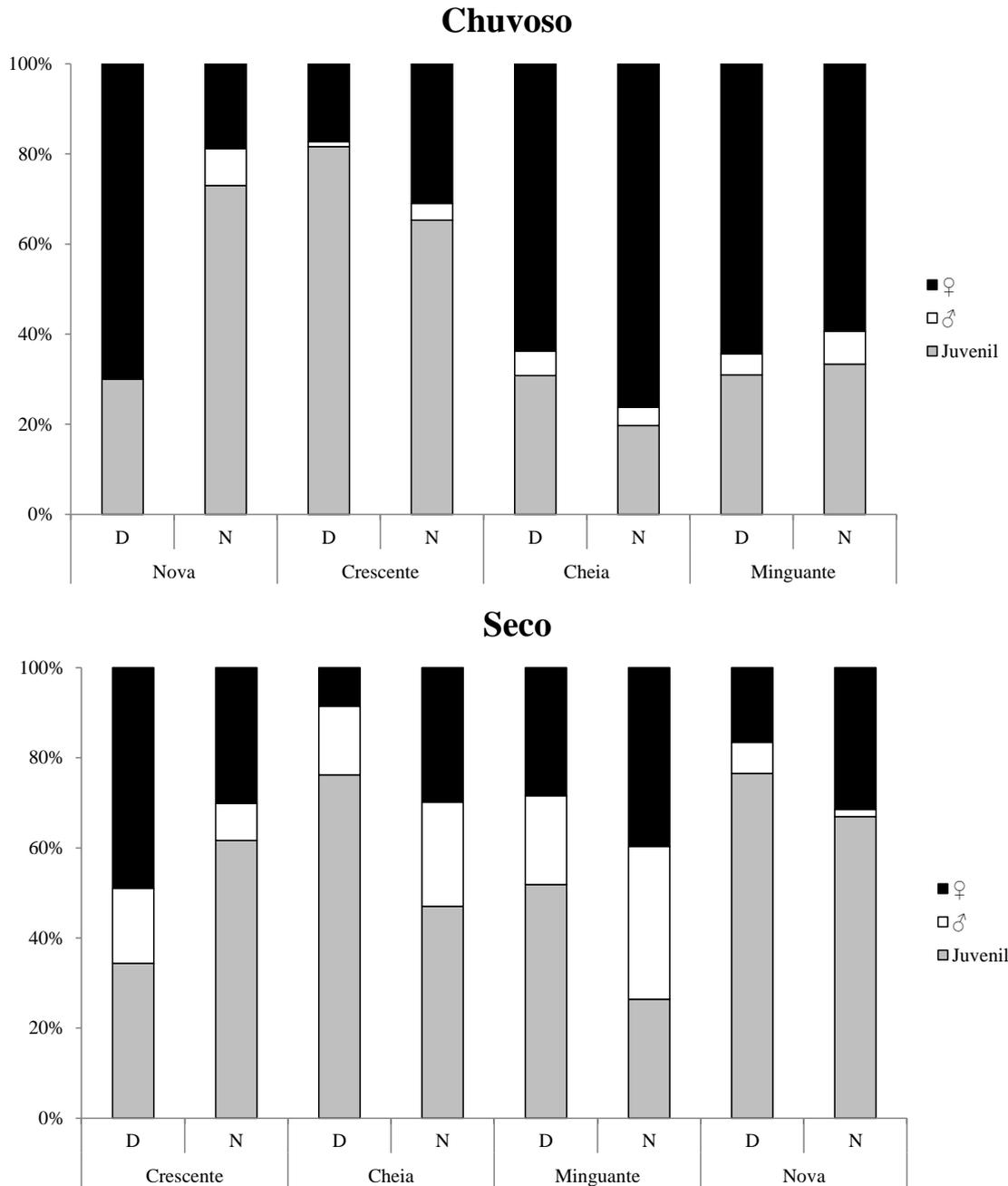


Figura 23. Proporção entre juvenil, macho e fêmea de *P. acutus* variação sazonal, nictemeral e entre as fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Cres = lua crescente. Ming = fase da lua minguante, D = dia, N = noite; ♂ = Macho, ♀ = fêmea .

Tabela 16. Proporção macho/fêmea de *P. acutus* comparando amostras coletadas nos períodos chuvoso e seco, em diferentes fases de lua e durante o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Lua	Turno	Chuvoso	Seco
Macho/fêmea			
Crescente	D	0,06	0,34
	N	0,12	0,27
Cheia	D	0,09	1,79
	N	0,05	0,78
Minguante	D	0,07	0,70
	N	0,12	0,85
Nova	D	0,00	0,42
	N	0,43	0,05

D = diurno; N = Noturno.

Tabela 17. Variação dos valores de biomassa e produção de *P. acutus* (valores médios e desvio padrão), comparação entre períodos seco e chuvoso, entre as fases da lua e entre o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Lua	Turno	Chuvoso		Seco	
		Biomassa ( $\mu\text{g C m}^{-3}$ )	Produção ( $\mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ )	Biomassa ( $\mu\text{g C m}^{-3}$ )	Produção ( $\mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ )
Nova	D	0,44 ± 0,76	0,12 ± 0,21	43,49 ± 59,92	12,05 ± 17,52
	N	139,82 ± 185,25	35,34 ± 47,09	117,08 ± 16,81	27,73 ± 5,11
Crescente	D	71,27 ± 73,45	20,13 ± 21,11	55,82 ± 86,65	14,10 ± 21,72
	N	89,79 ± 76,22	24,48 ± 20,10	67,60 ± 55,93	16,14 ± 13,70
Cheia	D	141,52 ± 59,62	32,83 ± 10,37	19,44 ± 10,52	4,30 ± 2,40
	N	103,85 ± 145,78	23,40 ± 32,67	82,90 ± 56,30	19,07 ± 12,25
Minguante	D	48,26 ± 16,22	11,80 ± 4,10	19,61 ± 9,34	4,52 ± 12,22
	N	151,97 ± 64,49	39,53 ± 15,93	132,11 ± 75,14	31,36 ± 19,01

D = diurno; N = Noturno.

Tabela 18. Correlação entre os valores de densidade, biomassa e produção de *P. acutus* e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila- *a* e Material particulado em suspensão) das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

	<b>Pluv.</b>	<b>Temp.</b>	<b>Sal.</b>	<b>Chl-a</b>	<b>MPS</b>
<b>Densidade</b>	0,118	-0,241	0,161	0,0506	0,262
<b>Biomassa</b>	0,0696	-0,227	0,141	-0,00464	0,26
<b>Produção</b>	0,0768	-0,232	0,126	-0,0398	0,264

\*p<0,05 \*\*p<0,01 \*\*\*p<0,001

#### 5.4.4. *Calanopia americana*

*Calanopia americana* foi considerada muito frequente (100%) tanto no período seco como no período chuvoso (87,5%), sendo encontrada em todas as fases da lua, como também durante os períodos diurno e noturno. Comparando os valores de densidade de *C. americana* com os das demais espécies encontradas na área de estudo, foi observado que *C. americana* chega a representar aproximadamente 16,6% do valor total de densidade durante o dia e 12,1% durante a noite no período seco, como pode ser observado na Figura 24. Já no período chuvoso essa espécie chega a representar aproximadamente 2,1 e 5,6% dos valores totais de densidade para o dia e noite, respectivamente. *Calanopia americana*, seguindo o padrão observado para as demais espécies de copépodes, apresentou maiores valores médios de densidade no período seco (Figura 24).

De forma geral, *C. americana* apresentou valores médios de densidade superiores no período seco ( $97,2 \pm 91,0$  ind.  $m^{-3}$ ) (Teste Mann-Whitney;  $p < 0,001$ ) e no período noturno ( $58,2 \pm 55,5$  ind.  $m^{-3}$ ) (Teste Mann-Whitney;  $p = 0,020$ ) (Figura 25). Em relação às influências das fases da lua, os valores médios não apresentaram diferenças significativas (Teste Kruskal-Wallis;  $p > 0,05$ ).

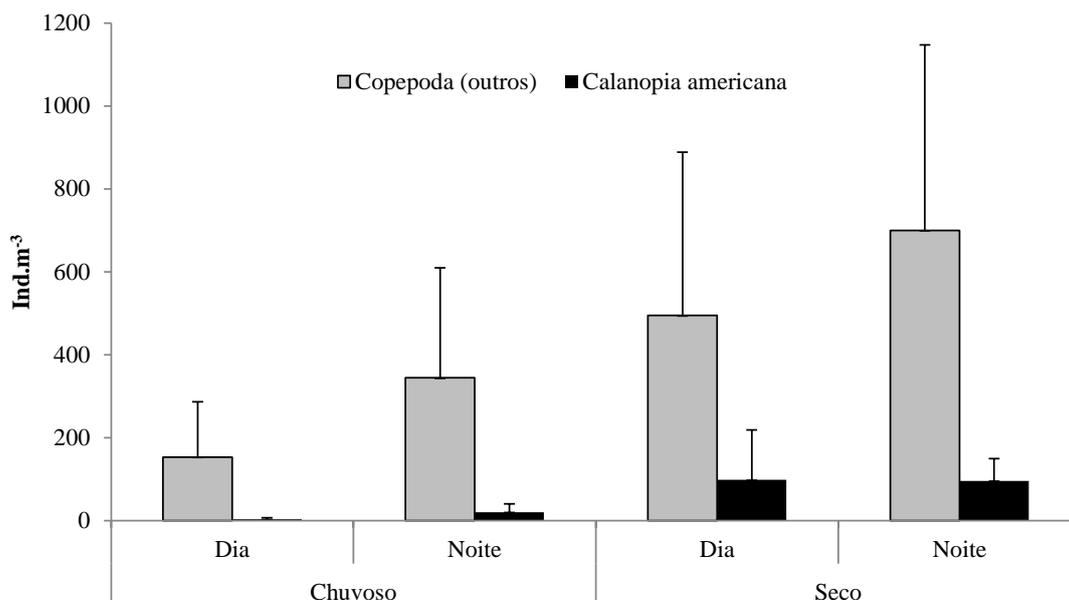


Figura 24. Valores de densidade média (com desvio padrão) enfatizando a variação sazonal e nictemeral comparação entre *C. americana* e as demais espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Os valores médios de densidade para os diferentes estágios de desenvolvimento (juvenis e indivíduos adultos - machos e fêmeas) ficaram distribuídos da seguinte forma: foi observado que tanto no período chuvoso como no seco, os juvenis apresentaram densidades superiores, com destaque para o período seco, durante a fase de lua cheia, nos períodos diurno e noturno. O menor valor de densidade foi observado no período chuvoso, durante o período diurno, na fase de lua crescente. Em relação aos adultos a quantidade de fêmeas é sempre superior a dos machos se considerando todos os fatores analisados (variação sazonal, fase da lua e turno do dia) como pode ser observado na Figura 26. Analisando a proporção macho/fêmea, observar as maiores proporções associadas ao período seco durante o dia no período de lua crescente e as menores proporções no período chuvoso de forma geral, como pode ser observado na Tabela 19.

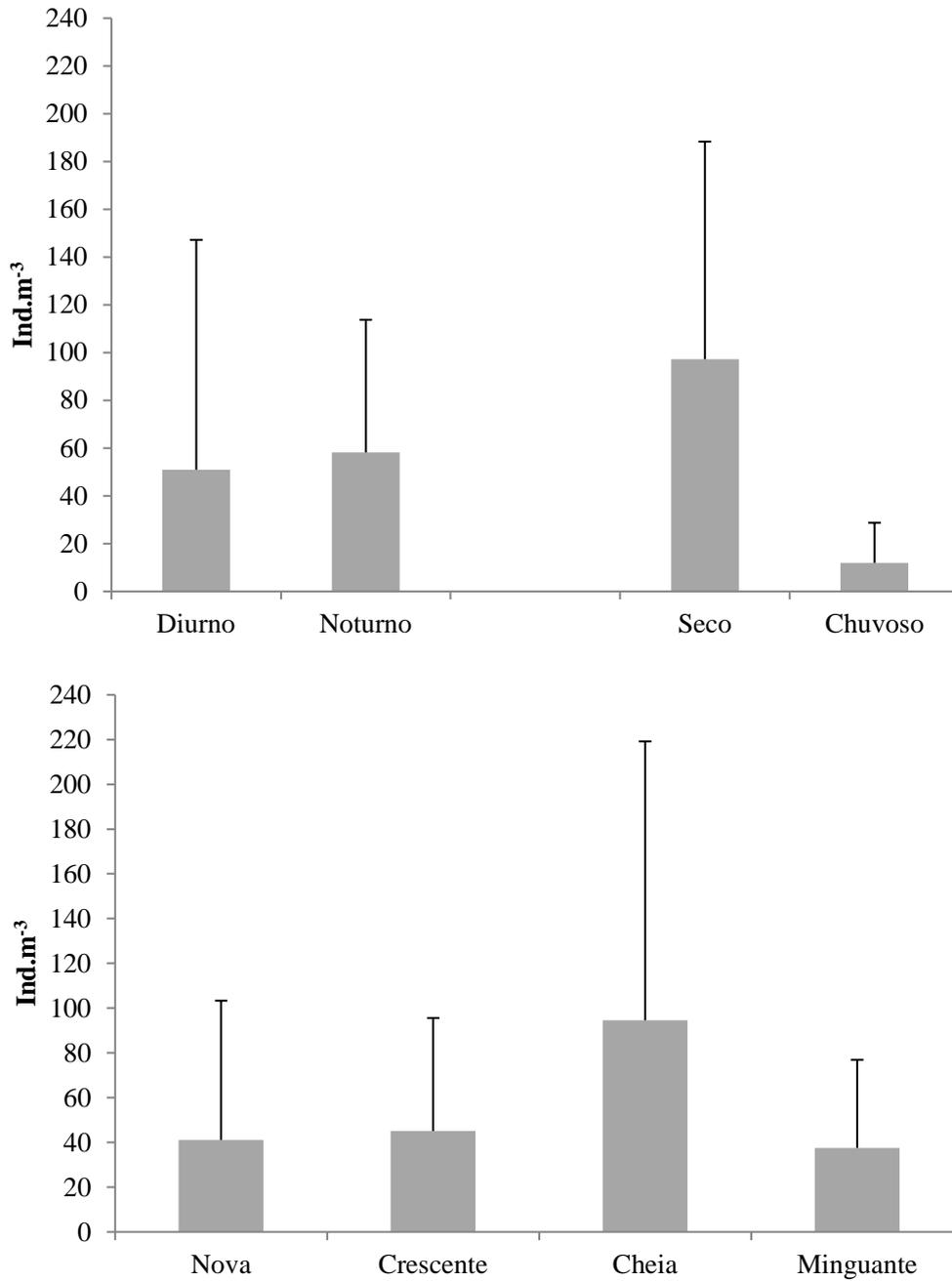


Figura 25. Média geral, com desvio padrão, dos valores de densidade de *C. americana* apresentando as diferenças observadas entre o dia e a noite, entre os períodos seco e chuvoso e entre as luas das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Tabela 19. Proporção macho/fêmea de *C. americana* comparando amostras coletadas nos períodos chuvoso e seco, em diferentes fases de lua e durante o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

<b>Lua</b>	<b>Turno</b>	<b>Chuvoso</b>	<b>Seco</b>
<b>Macho/fêmea</b>			
<b>Crescente</b>	<b>D</b>	0,00	14,00
	<b>N</b>	0,25	0,98
<b>Cheia</b>	<b>D</b>	1,00	0,08
	<b>N</b>	0,00	0,88
<b>Minguante</b>	<b>D</b>	0,00	0,00
	<b>N</b>	0,00	1,67
<b>Nova</b>	<b>D</b>	0,00	0,00
	<b>N</b>	0,50	0,45

D = Dia; N = Noite.

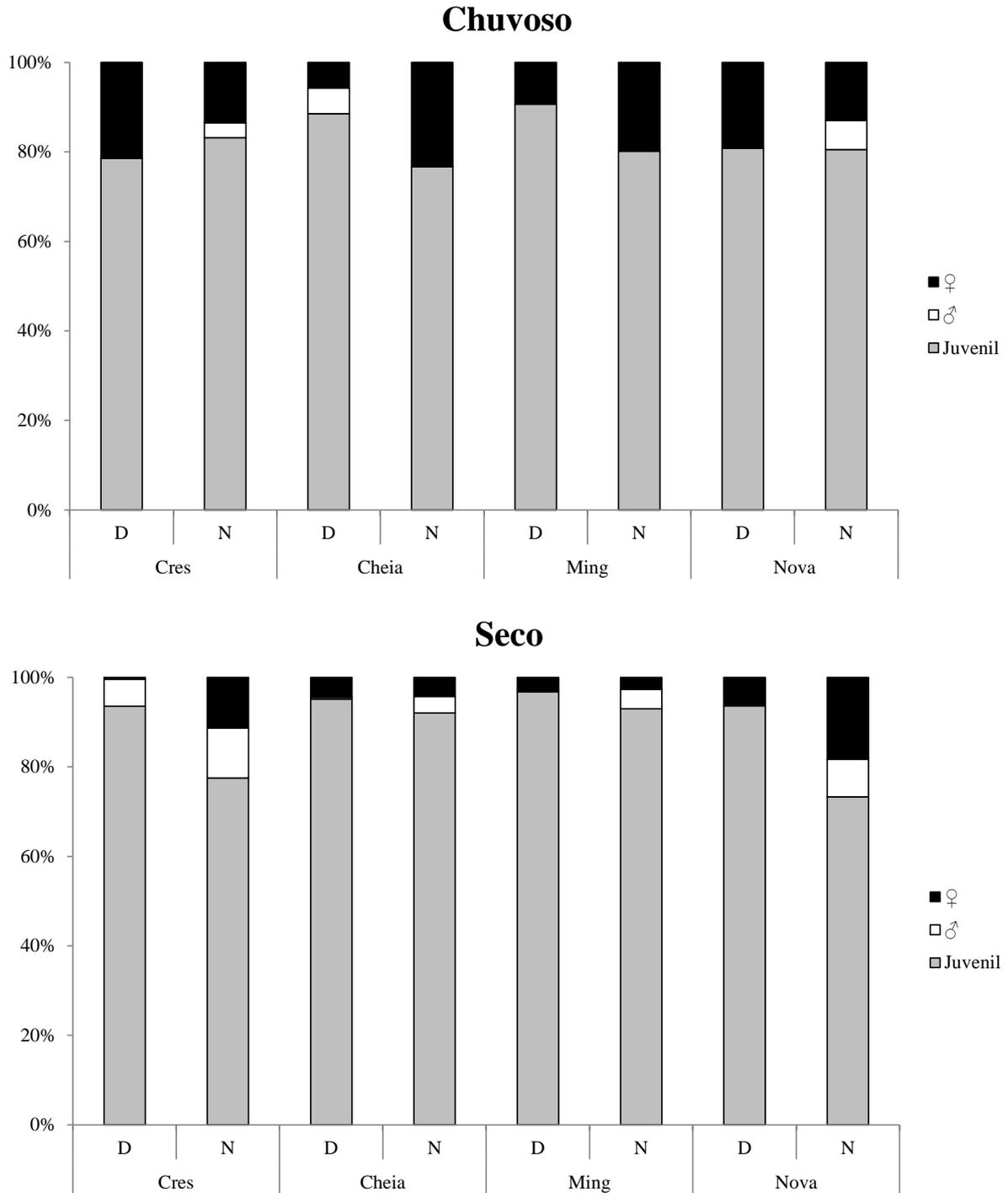


Figura 26. Proporção entre juvenil, macho e fêmea de *C. americana* variação sazonal, nictemeral e entre as fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Cres = lua crescente. Ming = fase da lua minguante, D = dia, N = noite; ♂ = Macho, ♀ = fêmea.

Houve diferença significativa (Teste Mann-Whitney;  $p < 0,001$ ) entre o período seco e chuvoso para os valores de biomassa e produção para *C. americana*, sendo os maiores valores médios observados no período seco ( $157,64 \pm 131,80 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $34,20 \pm 30,36 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) e os menores no chuvoso ( $0,30 \pm 0,27 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $0,08 \pm 0,07 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) como apresentado na Tabela 20.

Não houve diferença significativa para os valores de produção secundária de *C. americana* entre as fases da lua (Teste Kruskal-Wallis;  $p > 0,05$ ). De forma geral, foi observada diferença significativa para os valores de produção entre os períodos diurnos e noturnos (Teste Mann-Whitney;  $p = 0,028$ ). Foi possível observar que os períodos diurnos e noturnos da estação chuvosa são diferentes entre si (Teste Mann-Whitney;  $p < 0,001$ ); por outro lado, no período seco esta diferença não foi observada (Teste Mann-Whitney;  $p > 0,05$ ).

Na Tabela 21 podemos observar a correlação entre os fatores bióticos (densidade, biomassa e produção) e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila- *a* e material particulado em suspensão) analisados. Todos os fatores bióticos apresentaram correlação negativa com a pluviosidade e com material particulado em suspensão. Por outro lado houve correlação positiva com salinidade e a os valores de clorofila- *a*.

Tabela 20. Variação dos valores de biomassa e produção de *C. americana* (valores médios e desvio padrão), comparação entre períodos seco e chuvoso, entre as fases da lua e entre o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

		Chuvoso		Seco	
		Biomassa ( $\mu\text{g C m}^{-3}$ )	Produção ( $\mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ )	Biomassa ( $\mu\text{g C m}^{-3}$ )	Produção ( $\mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ )
<b>Lua Nova</b>	<b>D</b>	0,30 ± 0,27	0,08 ± 0,07	43,23 ± 58,72	9,57 ± 12,80
	<b>N</b>	9,91 ± 3,18	2,39 ± 0,86	83,98 ± 79,32	15,62 ± 18,49
<b>Crescente</b>	<b>D</b>	1,44 ± 1,26	0,36 ± 0,32	56,05 ± 31,89	13,87 ± 7,33
	<b>N</b>	6,23 ± 3,99	1,63 ± 1,04	64,78 ± 30,95	15,28 ± 7,50
<b>Cheia</b>	<b>D</b>	5,62 ± 7,58	1,34 ± 1,79	157,64 ± 131,80	34,20 ± 30,36
	<b>N</b>	21,36 ± 26,50	4,92 ± 6,25	107,66 ± 23,30	24,35 ± 4,88
<b>Minguante</b>	<b>D</b>	11,49 ± 10,10	2,72 ± 2,40	11,11 ± 7,62	2,42 ± 1,43
	<b>N</b>	19,17 ± 9,31	4,99 ± 2,95	57,95 ± 25,59	12,91 ± 4,96

D = Dia; N = Noite.

Tabela 21. Correlação entre os valores de densidade, biomassa e produção de *C. americana* e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila- *a* e Material particulado em suspensão) das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

	Pluv.	Temp.	Sal.	Chl-a	MPS
Densidade	<b>-0.675***</b>	0.0999	<b>0.386**</b>	<b>0.348*</b>	<b>-0.399**</b>
Biomassa	<b>-0.566***</b>	-0.0809	<b>0.509***</b>	<b>0.334*</b>	<b>-0.436**</b>
Produção	<b>-0.559***</b>	-0.0844	<b>0.493***</b>	<b>0.334*</b>	<b>-0.425**</b>

\* $p < 0,05$  \*\* $p < 0,01$  \*\*\* $p < 0,001$

#### 5.4.5. *Temora turbinata*

*Temora turbinata* foi considerada muito frequente tanto no período chuvoso (100%) como no período seco (91%) sendo encontrada em todas as fases da lua, como também durante os períodos diurno e noturno. Comparando os valores de densidade de *T. turbinata* com o de toda comunidade, foi observado que esta espécie chega a representar aproximadamente 17,7% do valor total de densidade durante o dia e 4,9% durante a noite durante o período chuvoso, como pode ser observado na Figura 27. Já no período seco a mesma espécie chega a representar aproximadamente 8,3 e 6,2% dos valores totais de densidade para o dia e noite respectivamente (Figura 27).

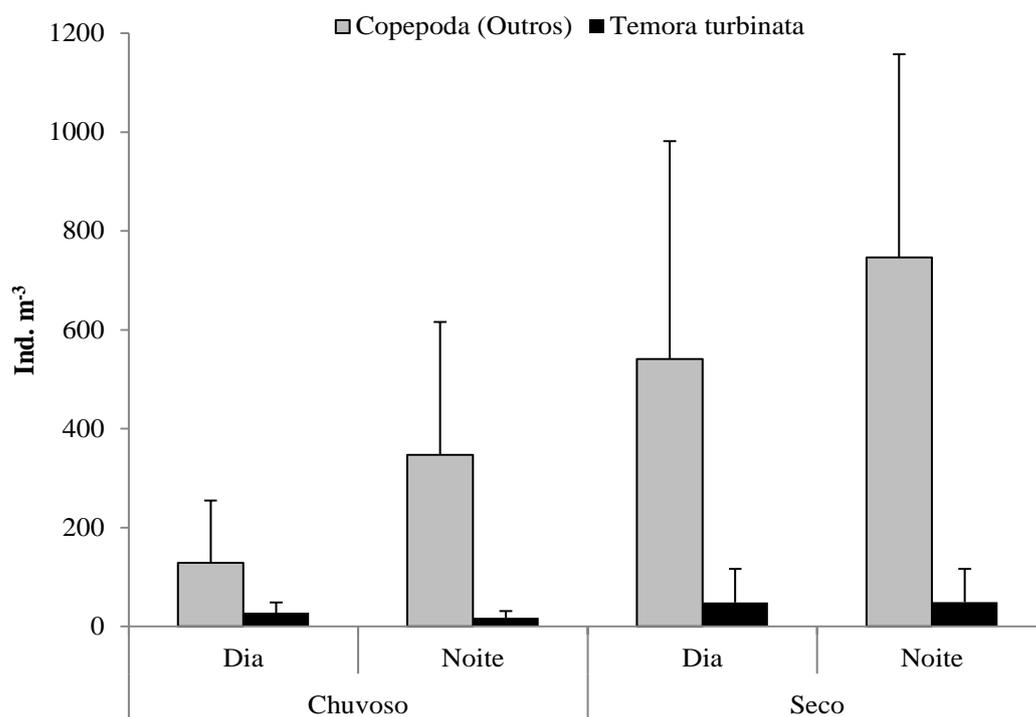


Figura 27. Valores de densidade média (com desvio padrão) enfatizando a variação sazonal e nictemeral comparação entre *T. turbinata* e as demais espécies de copépodes das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

De forma geral, *T. turbinata* apresentou valores médios de densidade superiores no período seco ( $49,0 \pm 65,83 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e no período diurno ( $38,2 \pm 50,03 \text{ ind.m}^{-3}$ ) (Figura 28). Para o período chuvoso, o valor médio de densidade observado foi de  $22,7 \pm 18,01 \text{ ind.m}^{-3}$  e os valores observados durante o período noturno foram de  $33,4 \pm 50,02 \text{ ind.m}^{-3}$ . Não houve diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso para os valores de densidade de *P. quasimodo*. Também não foram observadas diferenças significativas para os valores de densidade desta espécie comparando os dias e as noites. E, finalmente, em relação à influência das fases da lua, os valores médios de densidade também não apresentaram diferenças significativas. O maior valor médio de densidade de *T. turbinata* foi observado durante a lua minguante ( $56,8 \pm 63,9 \text{ ind.m}^{-3}$ ), sendo o menor valor médio observado durante a lua nova ( $17,4 \pm 28,9 \text{ ind.m}^{-3}$ ) como pode ser observado na Figura 28.

Os diferentes estágios de desenvolvimento (juvenis e indivíduos adultos - machos e fêmeas) ficaram distribuídos da seguinte forma: tanto no período chuvoso como no seco, os juvenis apresentaram densidades superiores aos adultos, com destaque para o período seco, durante a fase de lua minguante, no período noturno. O menor valor de densidade foi observado no período chuvoso, durante o dia, na fase de lua nova. Em relação aos adultos a quantidade de fêmeas é superior a dos machos se comparado a qualquer fator analisado como pode ser observado na Figura 29. Em relação aos valores associados ao cálculo da proporção macho/fêmea, onde é possível observar que as maiores proporções estão associadas ao período seco, com destaque para o turno noturno na lua minguante e as menores proporções são observadas no período chuvoso com destaque para o turno noturno das luas crescente, cheia e nova (Tabela 22).

De forma geral, não existe diferenças significativas entre os valores de biomassa e produção de *T. turbinata* entre os períodos seco e chuvoso. Durante o período chuvoso o maior valor médio de biomassa e produção de *T. turbinata*, foi observado na fase de lua minguante durante o dia ( $139,00 \pm 70,21 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $36,91 \pm 19,3 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) e o menor valor foi registrado na fase de lua nova durante o dia ( $5,71 \pm 2,10 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $1,62 \pm 0,7 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ). E, para o período seco, o maior valor médio de biomassa e produção de *T. turbinata*, foi observado durante a lua minguante no turno da noite ( $532,35 \pm 205,3 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $137,28 \pm 53,0 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) e o menor valor foi registrado na fase de lua crescente durante a noite ( $25,72 \pm 41,0 \mu\text{g C m}^{-3}$  e  $6,06 \pm 9,6 \mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ ) como apresentado na Tabela 23.

Não houve diferença significativa para os valores de produção secundária de *T. turbinata* entre as fases da lua. Porém, assim como foi observado com os valores de densidade, analisando as variações das fases da lua de forma mais detalhada, foi possível observar diferenças significativas para os valores de produção comparando par a par o dia e a noite da lua nova juntando os períodos seco e chuvoso ( $p=0,037$ ). Para *T. turbinata* não foi observada diferença significativa para os valores de biomassa e produção entre os períodos diurnos e noturnos.

Na Tabela 24 podemos observar a correlação entre os fatores bióticos (densidade, biomassa e produção) e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila- *a* e material particulado em suspensão) analisados. Todos os fatores bióticos apresentaram correlação negativa com a pluviosidade e a temperatura. Por outro lado houve correlação positiva com salinidade, clorofila- *a* e material particulado em suspensão.

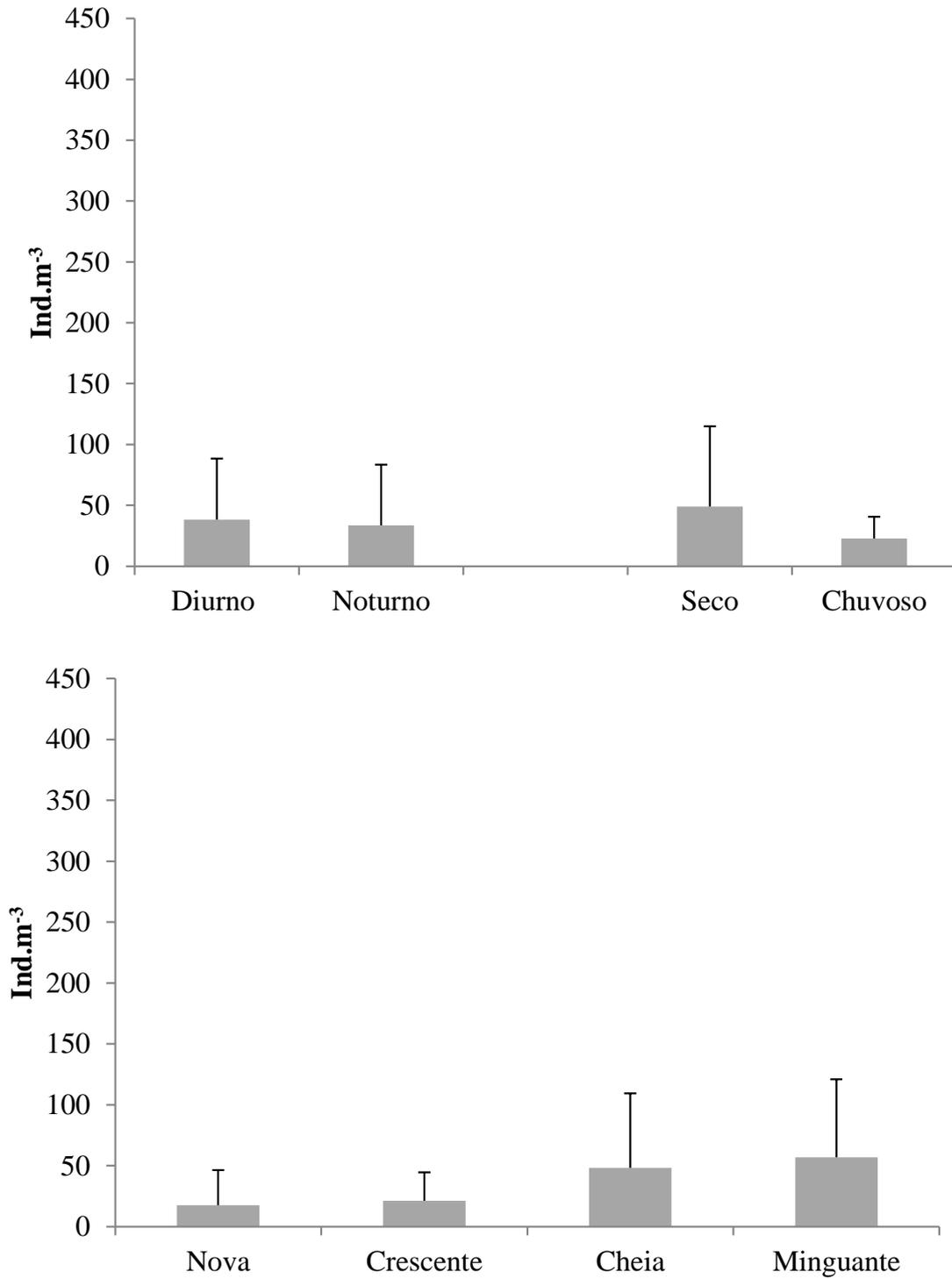


Figura 28. Média geral, com desvio padrão, dos valores de densidade de *T. turbinata* apresentando as diferenças observadas entre o dia e a noite, entre os períodos seco e chuvoso e entre as luas das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

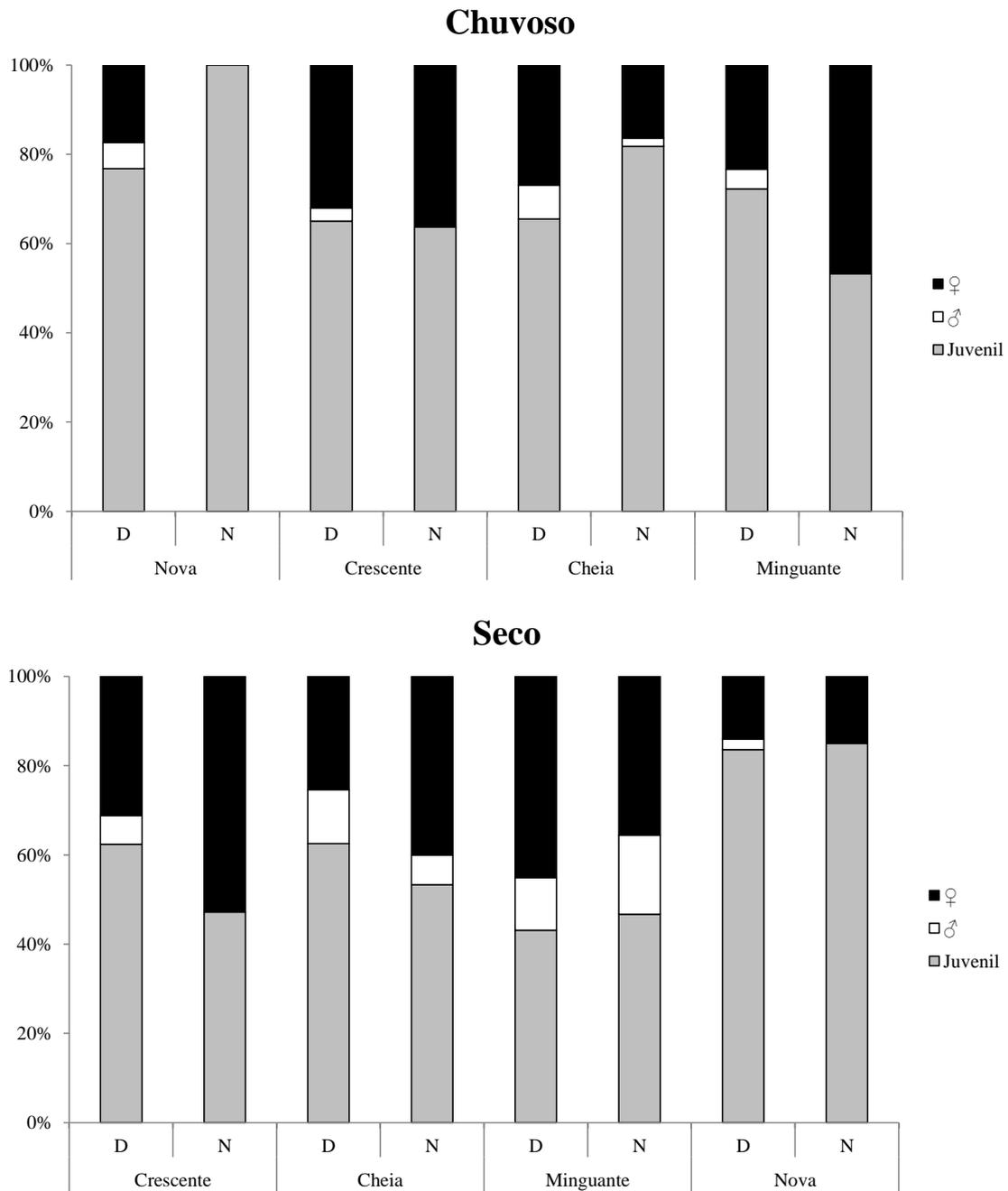


Figura 29. Proporção entre juvenil, macho e fêmea de *T. turbinata* variação sazonal, nictemeral e entre as fases da lua das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010. Cres = lua crescente. Ming = fase da lua minguante, D = dia, N = noite; ♂ = Macho, ♀ = fêmea .

Tabela 22. Proporção macho/fêmea de *T. turbinata* comparando amostras coletadas nos períodos chuvoso e seco, em diferentes fases de lua e durante o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Lua	Turno	Chuvoso	Seco
Macho/fêmea			
Crescente	D	0,33	0,21
	N	0,00	0,00
Cheia	D	0,09	0,48
	N	0,00	0,17
Minguante	D	0,28	0,26
	N	0,11	0,50
Nova	D	0,19	0,17
	N	0,00	0,00

D = diurno; N = Noturno.

Tabela 23. Variação dos valores de biomassa e produção de *T. turbinata* (valores médios e desvio padrão), comparação entre períodos seco e chuvoso, entre as fases da lua e entre o dia e a noite das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

Lua	Turno	Chuvoso		Seco	
		Biomassa ( $\mu\text{g C m}^{-3}$ )	Produção ( $\mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ )	Biomassa ( $\mu\text{g C m}^{-3}$ )	Produção ( $\mu\text{g C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$ )
Nova	D	5,71 ± 2,10	1,62 ± 0,7	247,61 ± 416,7	66,75 ± 112,1
	N	40,25 ± 38,25	10,62 ± 10,1	29,68 ± 38,8	7,11 ± 9,2
Crescente	D	63,62 ± 48,96	18,89 ± 15,35	107,08 ± 142,11	29,34 ± 38,5
	N	50,54 ± 43,11	15,84 ± 13,80	25,72 ± 41,0	6,06 ± 9,6
Cheia	D	85,44 ± 62,8	23,20 ± 17,81	344,66 ± 336,1	84,66 ± 88,8
	N	80,60 ± 41,85	20,39 ± 10,9	52,21 ± 47,4	12,97 ± 11,3
Minguante	D	139,00 ± 70,21	36,91 ± 19,3	31,61 ± 44,0	7,68 ± 10,2
	N	84,37 ± 42,4	25,45 ± 14,8	532,35 ± 205,3	137,28 ± 53,0

D = diurno; N = Noturno.

Tabela 24. Correlação entre os valores de densidade, biomassa e produção de *T. turbinata* e os fatores abióticos (Pluviometria, temperatura, salinidade, clorofila- *a* e Material particulado em suspensão) das amostras coletadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

	<b>Pluv.</b>	<b>Temp.</b>	<b>Sal.</b>	<b>Chl-a</b>	<b>MPS</b>
<b>Densidade</b>	-0,019	-0,259	0,129	0,0473	0,0835
<b>Biomassa</b>	-0,042	-0,216	0,114	0,102	0,0827
<b>Produção</b>	-0,0729	-0,202	0,138	0,103	0,0676

\* $p < 0,05$  \*\* $p < 0,01$  \*\*\* $p < 0,001$ .

## 6. Discussão

O principal objetivo deste trabalho foi analisar a estrutura da comunidade e a produção dos copépodes pelágicos do ambiente recifal em diferentes escalas temporais, considerando os períodos seco e chuvoso, as fases da lua e os turnos do dia. De acordo com Harriott e Banks (2002) a dinâmica dos ecossistemas recifais envolvem complexas interações físicas, bioquímicas e processos biológicos que estão direta ou indiretamente influenciadas por essas variáveis.

Entre os fatores ambientais analisados no presente estudo destacamos pluviosidade, temperatura, salinidade, material particulado em suspensão (MPS) e clorofila-*a*. A pluviosidade e, conseqüentemente, o MPS que estão positivamente correlacionados, foram os principais fatores determinantes para a estruturação e na produtividade da comunidade do copépodes pelágicos. A influência desses fatores sobre o padrão de distribuição das amostras foi evidenciada através da análise de componentes principais, onde as amostras do período seco ficaram correlacionadas com as temperaturas, salinidade, valores de clorofila-*a* mais elevados, porém inversamente correlacionados às amostras do período chuvoso, com altos valores de pluviosidade e MPS.

Em regiões tropicais, a precipitação tem sido considerada como um dos principais parâmetros hidrológicos que altera a composição, distribuição e produção de copépodes planctônicos (Champalbert *et al.*, 2007; Duggan *et al.*, 2008). De acordo com Peterson (1986), os padrões de distribuição e de produtividade da comunidade dos copépodes planctônicos são condicionados aos componentes ambientais que caracterizam os ciclos sazonais dos ecossistemas. No presente estudo, a análise de ordenamento (MDS) para os dados de densidade da comunidade dos copépodes

corroborar esses padrões acima citados, apresentando a formação de dois grupos distintos separando as amostras do período seco e do período chuvoso.

Em relação à temperatura, os padrões observados neste estudo corroboram estudos anteriores, que afirmam que no Nordeste do Brasil, a variação de temperatura da água entre os períodos chuvoso e seco raramente mostra diferenças significativas suficientes para influenciar diretamente a distribuição de organismos pelágicos (Cavalcanti *et al.*, 2008; Neumann-Leitão *et al.*, 2009; Nascimento-Vieira *et al.*, 2010; Melo *et al.*, 2012). Estes mesmos estudos apontam ainda que é principalmente a diferença a intensidade de chuvas entre esses dois períodos que afeta o meio aquático, interferindo diretamente nas comunidades aquáticas, especialmente aquelas planctônicas, que são sensíveis às mudanças na salinidade, turbidez da água e disponibilidade de alimentos.

Os dados de clorofila-*a* são muito importantes, pois através de seus valores é possível obter valiosas informações sobre a potencialidade produtiva de uma região (Noriega *et al.*, 2005). Machado *et al.* (2007) observaram valores variando entre 1,13 e 4,85 mg.m<sup>-3</sup> com os maiores valores durante o período chuvoso nos recifes de Porto de Galinhas. Enquanto que Mayal *et al.*, (2009), estudando os recifes de Maracajaú, Alagoas, encontraram valores entre 1,12 e 9,3 mg.m<sup>-3</sup> com maiores valores deste parâmetro também no período chuvoso. Em estudos recentes Jales *et al.* (2012), encontraram valores de clorofila-*a* que variam entre 0,35 e 3,34 mg.m<sup>-3</sup>, com maiores valores observados no período chuvoso, estudando o ecossistema recifal de Serrambi, litoral Sul de Pernambuco. Os valores de clorofila-*a* observados neste estudo (média de 1,4 e 0,9 mg.m<sup>-3</sup> nos períodos seco e chuvoso, respectivamente) são considerados baixos e comparados a de regiões classificadas como oligotróficas. Os baixos valores observados não corroboram os trabalhos acima citados em relação fato de os maiores

valores de clorofila-*a* estarem associados ao período chuvoso, provavelmente devido à alta quantidade de MPS em suspensão durante este período que afeta a produtividade primária por causa da redução da intensidade de luz (Koenig *et al.*, 2002).

A salinidade apresentou valores menores no período chuvoso, indicando uma maior influência continental nesta época do ano devido aos maiores valores de precipitação. Esse parâmetro é um importante fator de impacto hidrológico, que interfere diretamente na distribuição dos organismos planctônicos (Grahame, 1976; Feitosa *et al.*, 1998; Mishra e Panigrahy, 1999; Dalal e Goswami, 2001; Patil *et al.*, 2002; Duggan *et al.*, 2008). No contexto desse estudo, porém, a atuação da salinidade na distribuição das espécies de copépodes pelágicos deve ser interpretada juntamente com um conjunto de fatores abióticos. Tal fato foi corroborado pela análise Best-Bioenv, que evidenciou que as combinações que melhor explicaram a variação da densidade da comunidade de copépodes na região envolveram os dados de Pluviosidade, Salinidade, MPS.

A maioria das espécies encontradas nos recifes de Tamandaré é classificada como típicas de ambientes estuarinos e costeiros, como por exemplo: *Parvocalanus crassirostris*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Oithona hebes*, *Euterpina acutifrons*, *Paracalanus quasimodo*, entre outras. A proximidade com as desembocaduras dos rios Formoso e Mamucabas justifica a presença de espécies tipicamente estuarinas na área amostrada. Segundo Macedo (2009), a área recifal de Tamandaré caracteriza-se pela presença de uma massa d'água costeira com forte influência de uma pluma estuarina formada por esses dois rios.

Foram também registradas espécies comumente encontradas em áreas mais afastadas da região costeira (plataforma e oceânica), como por exemplo: *Paracalanus aculeatus*, *Farranula gracilis*, *Corycaeus speciosus*, *Pontella atlantica*, entre outras.

Apesar de apresentar os menores valores de salinidade, durante o período chuvoso ocorreram, exclusivamente, espécies mais comuns em áreas afastadas da costa. E este fato pode estar associado à ação dos ventos mais intensos, que altera a dinâmica da região de forma significativa nesta época do ano.

Uma maior diversidade durante o período chuvoso foi observada também em estudos realizados na mesma região por Melo *et al.* (2002), Porto Neto *et al.* (2003), Silva (2005) e Nascimento-Vieira *et al.* (2010). Estudos realizados, em outras partes do mundo, em áreas recifais afastadas da costa, associam as variações na composição da comunidade à intensidade de ventos, bem como temperatura, clorofila-*a* e MPS (Mckinnon e Thorrold 1993a; Mckinnon e Thorrold, 1993b; Wilson, *et al.*, 2003; Mckinnon *et al.*, 2005; Heidelberg *et al.*, 2010; Carassou *et al.*, 2010).

Os recifes de Tamandaré apresentaram uma riqueza de espécies média, com 13 táxons calanóides, 7 ciclopóides e 2 harpacticóides. De acordo com Farran (1936), Michael e Foyo (1976) e Raymont (1983), os índices de diversidade de Tamandaré poderiam ser considerado "baixos", quando comparados com os de outras áreas recifais do mar costeiro do Caribe (20 táxons calanóides, 17 ciclopóides e 11 harpacticóides) e da Grande Barreira de Corais, na Austrália (40 táxons calanóides, 20 ciclopóides e 12 harpacticóides).

As espécies que mais se destacaram no presente estudo foram *Acartia lillgeborgii*, *Calanopia americana*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Paracalanus quasimodo* e *Temora turbinata* e estão geralmente entre os principais componentes da comunidade dos copépodes pelágicos na maioria dos ambientes costeiros por serem frequentemente citadas como numerosas e abundantes nessas regiões (Lopes, 1994; Eskinazi-Santana e Tundisi, 1996; Maucline, 1998). A análise de agrupamento revela a formação de três grupos associando as espécies mais frequentes que são exatamente as espécies que se

destacaram neste estudo. Um segundo grupo agrupa as espécies pouco frequentes e um último grupo que agrupa as espécies esporádicas.

A análise SIMPER realizada neste estudo sugere que as espécies *A. lilljeborgi*, *P. quasimodo*, *T. turbinata*, *P. acutus*, *C. americana*, *P. crassirostris* e *C. giesbrechti* seriam espécies residentes no ambiente estudado. Essas espécies foram as que contribuíram com cerca de 90% para a similaridade dentro dos grupos dos períodos seco e chuvoso. A dissimilaridade entre esses grupos se deu pelas diferenças significativas das densidades dessas espécies nos períodos estudados e pela presença de algumas espécies raras que ocorreram apenas no período chuvoso. Esses fatos corroboram os estudos de Emery *et al.*, (1968) que sugere o fato de que em ambiente recifais existe uma fauna residente e que estes organismos residentes “aparecem” durante a noite de forma mais significativa, o que será discutido mais adiante.

Diversos estudos de abundância de plâncton em todo o mundo têm demonstrado que os corais e demais organismos associados aos recifes removem 20 a 80% do holoplâncton que flui com a passagem de água e apresentam uma forte eficiência nesse processo de filtração e captura de alimento que são comparados a verdadeiras “peneiras” (Tranter e George, 1972; Glyn, 1973; Johannes e Geber, 1974; Lefreve, 1985). Isso sugere que mesmo quando apresentam baixos valores de densidade e, conseqüentemente, de biomassa e produção, na verdade estes valores podem estar “mascarados” ou subestimados por causa da dinâmica dos ecossistemas recifais que consiste em uma alta eficiência e consumo dos recursos disponível na coluna d’água (Sorokin, 1990a; Sorokin, 1990b).

De forma geral, os valores de densidade da comunidade de copépodes do mesozoplâncton da área recifal de Tamandaré são considerados muito baixos quando comparados aos do microzoplâncton observados nesta mesma região de estudo

realizados por Porto Neto (2003) e bem recentemente por Figueiredo (2014). Os dados do presente estudo corroboram estudos pretéritos realizados na região, e em áreas recifais próximas à costa, relacionados à dinâmica do mesozooplâncton, no que diz respeito aos baixos valores de densidade dos copépodes desta fração do zooplâncton (Nascimento-Vieira, 2000; Melo *et al.*, 2002; Nascimento-Vieira *et al.*, 2010; Lima *et al.*, 2012).

Comparando as amostras associadas aos períodos chuvoso e seco foi possível observar valores significativamente diferentes para os valores de densidade, biomassa e de produção, com maiores valores observado no período seco. Para os valores de densidade, esta tendência foi observada também por outros estudos em áreas recifais, próximas a costa, no Nordeste do Brasil (Porto Neto *et al.*, 2000; Melo *et al.*, 2002; Nascimento-Vieira *et al.*, 2010; Lima *et al.*, 2012). Assim como no presente estudo, Nascimento-vieira *et al.*, (2010) observaram que as maiores valores de biomassas e densidades dos copépodes na área de estudo durante o período seco. Os mesmos autores sugerem a existência de um período favorável ao mesozooplâncton recifal que corresponde ao período seco, quando a temperatura é um pouco mais elevada e a influência da drenagem continental é menor. Concluindo ainda que a pluviosidade é um dos principais fatores na estruturação da biodiversidade do mesozooplâncton na baía de Tamandaré. Os baixos valores de densidade, durante o período chuvoso pode ser uma consequência de maiores valores de material em suspensão causada pela influencia continental que é maior no período chuvoso (Jonge, 1983; Neumann *et al.*, 1998), o que afetaria a produtividade primária, e conseqüentemente os demais níveis tróficos, devido à redução da intensidade da luz.

Por outro lado, estudos realizados por Mckinnon *et al.* (2005), Heidelberg *et al.* (2010) e Carassou *et al.* (2010) mostraram aumento nos valores de densidade, biomassa

e produção secundária nos períodos com maior volumes de precipitação e, conseqüentemente, maior quantidade de material em suspensão na água. Isso sugere que em ambientes mais próximos à costa, que já são naturalmente mais eutrofizados do que os ambientes de plataforma e oceânico, o “input” de MPS pode chegar em quantidades maiores do que a necessária causando uma redução da densidade, biomassa e produtividade. Diferente das áreas oceânicas que quando recebem esses incrementos, trazidos nos períodos de maior precipitação, respondem com o aumento na densidade e conseqüentemente nos valores de biomassa e produção.

Analisando os possíveis efeitos da variação das fases da lua na estrutura da comunidade e na produtividade de copépodes pelágicos foi possível observar ao longo deste estudo que não existem diferenças significativas entre as fases da lua analisando os dados de forma geral. Porém, quando analisadas considerando os períodos seco e chuvoso de forma independente, é possível observar diferenças significativas em relação ao efeito da variação das fases das luas. Alguns estudos sugerem que a densidade dos organismos zooplancctônicos pode sofrer variações em função das intensidades luminosas nas diferentes fases do ciclo lunar (Hernández-León, 1998; Hernández-León *et al.*, 2001). Estudos mostram que existe uma correlação positiva entre a abundância de algumas espécies de copépodes e os ciclos da lua (Hernández-León, 1998), e que algumas espécies podem, inclusive, realizar migrações verticais superiores a 200 m influenciadas pela luz da lua (Hernández-León *et al.*, 2001).

Outros estudos já haviam demonstrado efeitos óbvios da lua cheia em algumas comunidades de copépodes pelágicos, no entanto, neste trabalho, os diferentes ciclos lunares, embora influenciem significativamente a estrutura da comunidade e a distribuição das espécies analisadas, não parece influenciar significativamente os valores de biomassa e produtividade dos copépodes. Fancett e Kimmerer (1985) não

observaram nenhuma relação do efeito lunar nas populações de algumas espécies de *Pseudodiaptomus* e associaram este padrão aos altos níveis de turbidez da área analisada. Rios e Gonzáles (2000), por sua vez, constataram que a abundância de adultos e juvenis dos copépodes diminuem durante a lua nova.

O presente estudo também corrobora alguns trabalhos que apresentam valores baixos de densidade para algumas espécies de copépodes adultos durante a lua cheia (Hart e Allanson, 1976; Jerling e Wooldridge, 1992; Jacoby e Greenwood, 1988 e 1989). Outros estudos associam esta mesma fase a períodos reprodutivos onde são observados os maiores valores de densidade de machos adultos e fêmeas ovígeras. Porém, o efeito da luz da lua parece ser mais evidente para juvenis do que para adultos (Rios e Gonzáles, 2000). Ao contrário do que é observado com os adultos, os juvenis aparentemente surgem em maior número na superfície durante noites de luar, e isto sugere que o grau de migração vertical torna-se menos intenso para os primeiros, provocando diferenças na distribuição vertical e isto tem sido descrito para várias espécies de copépodes (Huntley e Brooks, 1982; Huang, *et al.*, 1992; Neill, 1992; Uye, *et al.*, 1990; Osgood e Frost, 1994).

Estudos realizados por Jerling e Wooldridge (1991) sugerem que mesmo em águas e costeiras, a fase do ciclo lunar é importante na distribuição vertical dos organismos e afirmam que a intensidade lunar pode ter um efeito diferenciado sobre a distribuição vertical de indivíduos de uma população, porém deve ser analisado de forma mais profunda e utilizando experimentações *in situ*.

Em relação à variação entre os turnos diurno e noturno, os valores de densidade, biomassa e produtividade dos copépodes pelágicos de Tamandaré mostraram diferenças significativas ao longo de todo período de amostragem, com o período noturno sempre apresentando maiores valores. Tal fato corrobora estudos que afirmam que ascensões

noturnas são características comuns ao comportamento da maioria dos organismos zooplancctônicos, principalmente em ambientes recifais (Ohlhorst, 1982; Roman *et al.*, 1990; Madhupratap *et al.*, 1991; McFarland *et al.*, 1999; Yahel *et al.*, 2005a, b). Alguns estudos sustentam esta teoria por comprovarem que muitas espécies são sensíveis à variação de intensidade de luz ao longo do dia, e por isso são encontradas entre as amostras de plâncton da superfície principalmente à noite (Cohen e Forward, 2002). Outros estudos comprovam que este comportamento é também comum, pois, durante a noite, as águas de superfície são ricas em alimentos. Além disso, esses organismos evitam serem vistos para não serem facilmente predados por organismos planctívoros durante o dia (De Robertis *et al.*, 2001; Forward, 1988; Frost, 1988).

Estudos realizados por Sebens *et al.* (1998) afirmam que a capacidade de emergir durante a noite é também para evitar a intensa predação pelos corais que muitas vezes possuem hábito de alimentação noturno e por organismos que vivam diretamente associados a estes. Mesmo fora de ambientes recifais é comum que os copépodes marinhos apresentem movimentos verticais na coluna de água durante o período diurno. O padrão mais comum é um aumento na posição na coluna de água (para perto da superfície) ao pôr do sol e uma descida para a profundidade máxima em torno do nascer do sol (Melo *et al.*, 2010).

Diversos fatores influenciam a produção de um determinado ecossistema incluindo aqueles associados à população (biomassa, ciclo de vida, composição, comprimento), aos fatores ambientais (Temperatura, salinidade, oxigênio, disponibilidade de alimento) e às relações ecológicas (predação e competição) (Downing, 1984; Day *et al.*, 1989). Os valores de produção para a comunidade de copépodes pelágicos dos recifes de Tamandaré apresentaram valores semelhantes aos observados em ambientes recifais do Pacífico e não muito baixos quando comparados a

outros ambientes costeiros tropicais ou subtropicais de outras partes do mundo, como pode ser observado na Tabela 25.

Durante o período seco, a produção secundária foi significativamente maior do que no período chuvoso chegando a ser superior quando comparamos a ambientes influenciados da drenagem estuarina, como em Kingston, na Jamaica (Webber e Roff, 1995a). Porém, não chega a apresentar valores superiores aos observados na plataforma ao largo de Santos, no Brasil (Miyashita *et al.*, 2009), também não se sobrepõe aos valores observados por Melo Júnior (2009) em Ubatuba, e tão pouco ultrapassa os valores observados no sistema estuarino de Cananéia (Ara, 2004), cujos valores chegaram a ultrapassar  $10 \text{ mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$  em alguns meses.

Os valores de produção mais elevados durante o período seco também correspondem ao período onde foram registrados os maiores valores médios de clorofila-*a*. Tal fato que sugere o que já foi observado por alguns autores, ao relatar o fato de que inúmeras forçantes físicas e meteorológicas são capazes de transformar temporariamente áreas improdutivas em produtivas (Brandini, 2006). Neste caso, algumas espécies de copépodes podem se beneficiar dos aumentos quantitativos de fitoplâncton (Valentin, 1989; 2001), incrementando suas biomassas após os picos ocasionais de produtividade primária.

Tabela 25. Comparação entre a produção secundária média dos copépodes pelágicos entre alguns ecossistemas tropicais e subtropicais do mundo, incluindo os valores de produção das amostras coletadas realizadas na APA Costa dos Corais, Tamandaré, (Pernambuco, Brasil) nos períodos de julho/agosto e novembro/dezembro de 2010.

LOCAL	Produção (mg C m <sup>-3</sup> dia <sup>-1</sup> )	Método	Fonte
Mar da Arábia, Omã e Índia	0,78	H&S	Roman <i>et al.</i> (2000)
Havaí, EUA	0,16	H&L	Roman <i>et al.</i> (2002)
Mar de Andaman, Tailândia	0,23± 0,02	CR	Satapoomin <i>et al.</i> (2004)
North West Cape, Austrália	0,04-1,00	CA	McKinnon & Dungan (2003)
Mar da Jamaica	0,10 0,06	EXP	Webber & Roff (1995a)
Baía de Santos, Brasil	0,75-2,09	H&L	Miyashita <i>et al.</i> (2009)
Estuário de Cananéia, Brasil	2,81-11,10	H&L	Ara (2004)
Ubatuba <i>com ACAS</i>	1,23 ± 0,95	H&B	Melo Júnior (2009)
<i>sem ACAS</i>	0,97 ± 1,35	H&B	
<i>período total</i>	1,13 ± 1,11	H&B	
Baía de Tamandaré, Brasil			Presente estudo
Período Seco	0,36 ± 0,26	H&B	
Período chuvoso	0,05 ± 0,05	H&B	
Período total	0,41 ± 0,27		

(Modificada de Melo Júnior 2009) H&S: modelos de Hirst & Sheader (1997); H&L: modelos de Hirst & Lampitt (1998); CR: crescimento reprodutivo; CA: método de coortes artificiais; EXP: a partir de experimentos de crescimento diário dos juvenis e de crescimento reprodutivo; H&B: modelos de Hirst & Bunker (2003).

## **7. Conclusões**

- A comunidade de copépodes pelágicos do mesozoplâncton associada aos recifes de Tamandaré é regida por fatores ambientais associados variações sazonais, tais como: pluviosidade, salinidade e MPS.

- Os recifes de Tamandaré apresentam diversidade média de espécies e foi possível identificar espécies residentes nos recifes de Tamandaré. Devido ao fato de poucas existirem diferenças na composição das espécies dominantes ao longo do período de estudo, as principais diferenças podem ser observadas através pelas variações nos valores de densidade.

- Os copépodes apresentam valores de densidade relativamente baixos, quando comparados a estudos realizados com frações menores do plâncton e em áreas costeiras não associadas ao ambiente recifal, provavelmente devido à dinâmica do ecossistema recifais, onde boa parte dos organismos são filtrados/consumidos pelos corais e por organismos diretamente a estes. Além de serem influenciados pelas variações de fatores ambientais, principalmente da intensidade de chuvas ao longo do ano.

- Foi possível observar influência do ciclo lunar sobre densidade das espécies copépodes dos recifes de Tamandaré, em particular associado a cada período do ano de forma isolada. Porém, para os valores de biomassa e produção não foi verificado influencia significativa desse efeito.

- Apesar da profundidade baixa foi possível observar diferenças significativas entre os turnos diurnos e noturnos para as densidades das espécies copépodes dos recifes de Tamandaré comprovado, assim, que existe uma movimentação “ascendente” de algumas espécies durante a noite.

- Finalmente, são aceitas as hipóteses 1 e 2 levantadas neste estudo, e pode-se concluir que, assim como a estrutura da comunidade, a produção das principais espécies de copépodes pelágicos de um ambiente recifal é influenciada pelas variações sazonais e nictemeral e além disso, algumas espécies apresentam variação na distribuição em resposta as variação das fases da lua.

## 8. Referências Bibliográficas

- Allredge A. L. e King J. M. 2009. Near-surface enrichment of zooplankton over a shallow back reef: implications for coral reef food webs. *Coral Reefs*.
- Amaral, F.M.D. 1986. *Agaricia agaricites* (Linnaeus, 1758) *humillis* (Verrill, 1901), *Favia gravida* (Verrill, 1958) e *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1766) do litoral sul do Pernambuco (Região de Tamandaré). Recife, 1985. 54p. Monografia do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco.
- Ara, K. 2001a. Daily egg production rate of the planktonic calanoid copepod *Acartia lilljeborgi* Giesbrecht in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia* 445(1-3), 205-215.
- Ara, K. 2001b. Length-weight relationships and chemical content of the planktonic copepods in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. *Plankton Biology Ecology* 48, 121-127.
- Ara, K. 2001c. Temporal variability and production of *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia* 453, 177-187.
- Ara, K. 2004. Temporal variability and production of the planktonic copepod community in the Cananéia Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brazil. *Zoological Studies* 43(2), 179-186.
- Ayukai T. 1995. Retention of phytoplankton and planktonic microbes on coral reefs within the Great Barrier Reef, Australia. *Coral Reefs* 14, 141–147
- Attayde, J. L. e Bozelli, R. L. 1998. Assessing the indicator properties of zooplankton assemblages to disturbance gradients by canonical correspondence analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55, 1789–1797.

Bakus, C. J. 1964. The effects of fish grazing on invertebrate evolution in shallow tropical waters. Allan Hancock Foundation. Publication Occasional Paper No. 27, 1-29.

Bergeron, J. P. 1995. Aspartate transcarbamylase activity for the assessment of mesozooplankton production: new aspects from oceanic areas. *ICES Journal of Marine Science* 52, 305-313.

Biegala, I. C.; Harris, R. P. e Bergeron, J. P. 1999. ATCase activity, RNA: DNA ratio, gonad development stage, and egg production in the female copepod *Calanus helgolandicus*. *Marine Biology* 135, 1-10.

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

Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata: INIDEP. 936p.

Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic Zooplankton. Leiden: Backhuys Publishers. 1706p.

Bozec, Y. M.; Gascuel, D. e Kulbicki, M. 2004. Trophic model of lagoonal communities in a large open atoll (Uvea, Loyalty Islands, New Caledonia). *Aquat. Living Resour* 17, 151-162.

Brandini, F.P. 2006. Hidrografia e Produção Biológica na Região Sudeste-Sul do Brasil no Contexto do REVIZEE. In: Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wogtschowski; Lauro Saint-Pastous Madureira. (Eds.), O Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil. São Paulo: EDUSP, 459-466.

Brodie, J.E.; Furnas, M.J. e Steven, N.D. 1997. Monitoring of chlorophyll in the Great Barrier Reef lagoon. *Proceedings of 8th International Coral Reef Symposium, Panama* 1, 797-782.

Brower, J. E.; Zar, J. H. 1984. Field & laboratory methods for general ecology. W.C. Brown Publishers, Boston.

Burkill, P.H. e Kendall, T. F. 1982. Production of the copepod *Eurytemora affinis* in the Bristol Channel. *Marine Ecology Progress Series* 7, 21-31.

Boxshall, G.A. e Halsey, S.H. 2004. An Introduction to Copepod Diversity. London: The Ray Society.

Calbet, A.; Landry, M. R. e Scheinberg, R. D. 2000. Copepod grazing in a subtropical bay: species-specific responses to a midsummer increase in nanoplankton standing stock. *Marine Ecology Progress Series* 193, 75-84.

Calbet, A.; Garrido, S.; Saiz, E.; Alcaraz, M. e Duarte, C.M. 2001. Annual zooplankton succession in coastal NW Mediterranean waters: the importance of the smaller size fractions. *Journal of Plankton Research* 23, 319-331.

Calbet, A. 2008. The trophic roles of microzooplankton in marine systems. *ICES Journal of Marine Science* 65, 325–331.

Carassou, L.; Le Borgne, R.; Rolland, E. e Ponton, D. 2010. Spatial and temporal distribution of zooplankton related to the environmental conditions in the coral reef lagoon of New Caledonia, Southwest Pacific. *Marine Pollution Bulletin* 60, 367-374.

Cavalcanti, E .A. H.; Neumann-Leitão, S e Vieira, D.A.N. 2008. Mesozooplâncton do sistema estuarino de Barra das Jangadas, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 25(3), 436-444.

Champalbert, G., Pagano, M., Sene, P. e Corbin, D. 2007. Relationships between meso- and macro-zooplankton communities and hydrology in the Senegal River Estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 74, 381-394.

Chisholm, L.A. e Roff, J.C. 1990. Size-weight relationships and biomass of tropical neritic copepods off Kingston, Jamaica. *Marine Biology* 104, 71-77.

Clarke, K.R. e Warwick, R.M. 1994. Similarity-based testing for community pattern: the 2-way layout with no replication. *Marine Biology* 118, 167-176

Coelho, P. A. e Ramos-Porto, M. 1995. Distribuição ecológica dos crustáceos decápodos marinhos do nordeste do Brasil. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco* 23: 113-127.

Coelho-Santos, M. A. e Coelho, P.A. 1995. Sazonalidade da ocorrência de crustáceos decápodos no litoral de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco - Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE* 3: 81-110.

Cohen, J. H.; Forward, R. B. 2002. Spectral Sensitivity of Vertically Migrating Marine Copepods. *The Biological Bulletin* 203(3), 307-314.

Dalal, S.G. e Goswami, S.C. 2001. Temporal and ephemeral variations in copepod community in the estuaries of Mandovi and Zuari - west coast of India. *Journal of Plankton Research* 23, 19-26.

Day Jr., J.W.; Hall, C.A.S.; Kemp, W.M. e Yanez-Arancibia, A., 1989. *Estuarine Ecology*. New York: John Wiley & Sons.

De Robertis A. 2002. Size-dependent visual predation risk and the timing of vertical migration: an optimization model. *Limnology and Oceanography* 47, 925-933

Downing, J. A. 1984. Assessment of secondary production: the first step. In J. A. Downing & Frank H. Rigler (eds) *A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters*, 2nd. Ed pp. 1-18, IBP handbook No.17 Oxford: Blackwell.

Duarte, R. X. 1993. Mapeamento do Quaternário Costeiro do Extremo Sul de Pernambuco. Área 5. Tamandaré. Recife. 86f. Relatório de Graduação (Curso de Geologia) Departamento de Geologia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife .

Duggan, S.; McKinnon, A. D. e Carleton, J. H. 2008. Zooplankton in an Australian tropical estuary. *Estuaries and coasts* 31, 455-467.

Emery, A. R. 1968. A preliminary observation on the coral reef plankton. *Limnology and Oceanography* 13 293-303.

Eskinazi-Sant'anna, E. M.; Tundisi, J. G. 1996. Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal. *Revista Brasileira de Oceanografia* 44(1), 23-33.

Fancett, M. S. e Kimmerer, W. J. 1985. Vertical migration of the demersal copepod *Pseudodiaptomus* as a means of predator avoidance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 88, 31-43.

Farran, G.P 1936. Copepoda. *Scientific Reports of the Great Barrier Reef Expedition, 1928-29, British Museum (Natural History)* 5(3), 73-142.

Feitosa, F.A.N.; Silva-Cunha, M.G.G.; Passavante, J.Z.O.; Neumann-Leitão, S. e Lins, I.C. 1999. Estrutura do microfitoplâncton nosistema estuarino do rio Goiana, Pernambuco, Brasil. *Trabalhos Oceanográficos* 27: 17-25.

Ferreira, B. P. e Cava, F. 2001. Ictiofauna marinha da APA Costa dos Corais: Lista de espécies através de levantamento da pesca e observações subaquáticas. *Boletim Técnico Científico CEPENE, Tamandaré (PE)* 9(1), 167-180.

Ferreira, B. P; Maida, M.; e Souza, A. E. 1995. Levantamento inicial das comunidades de peixes recifais da região de Tamandaré-PE. *Boletim Técnico Científico CEPENE, Tamandaré (PE)* 3(1), 211-230.

Ferreira, B. P.; Cava, F. e Ferraz, A. 1998. Relações morfométricas em peixes recifais da zona econômica exclusiva brasileira, região nordeste. Bol. Téc. Boletim Técnico Científico CEPENE, Tamandaré (PE) 6(1), 61-76.

Forward, R. B. 1988. Diel vertical migration: zooplankton photobiology and behaviour. *Oceanography and Marine Biology, An Annual Review* 26, 361-393.

Frost, B. W. 1988. Variability and possible adaptive significance of diel vertical migration in *Calanus pacificus*, a planktonic marine copepod. *Bulletin of Marine Science* 43, 675-694.

Furnas, M. J. 1991. Net in situ growth of phytoplankton in oligotrophic tropical shelf ecosystem. *Limnology and Oceanography* 36, 1049-1062.

Furnas, M. J. e Mitchell, A. 2001. Runoff of terrestrial sediments and nutrients into the Great Barrier Reef area. In Wolanski E. (ed.) *Oceanographic processes on coral reef*. Boca Raton, FL: CRC Press, pp. 37-51.

Glynn, P. 1973. Ecology of a Caribbean Coral Reef. The Porites reef - flat biotope: Part II. Plankton community with evidence for depletion. *Marine Biology* 22, 1-21.

Grahame, J. 1976. Zooplankton of a tropical harbour: the numbers, composition and response to physical factors of zooplankton in Kingston Harbour, Jamaica. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 44, 219-237.

Greze, V. N. 1978. Production in animal population. In: KINNE, O., *Marine Ecology*. John Wiley and Sons. 89-114p.

Harmelin-Vivien, M. L. 1981. Trophic relationships of reef fishes on the Tulear reef. *Oceanology Acta* 4, 365-376.

Harriott, V. J. e Banks, S. A. 2002. Latitudinal variation in coral communities in eastern Australia: a qualitative biophysical model of factors regulating coral reefs. *Coral Reefs* 21, 83–94

Harris, R. P.; Wiebe, P. H.; Lenz, J.; Skjoldal, H. R.; Huntley, M. (Eds.). 2000. *ICES Zooplankton Methodology Manual*. London: Academic Press, 648p.

Hart, R. C. e Allanson, B. R. 1976. The distribution and diel vertical migration of *Pseudodiaptomus hessei* (Mrázek) (Calanoidea:Copepoda) in a subtropical lake in Southern Africa. *Freshwater Biology* 6, 183-198.

Hay, S. 1995. Egg production and secondary production of common North Sea copepods: field estimates with regional and seasonal comparisons. *ICES Journal of Marine Science* 52, 315-327.

Heidelberg, K. B.; O'Neil, K. L.; Bythell, J. C. e Sebens, K. P. 2010. Vertical distribution and diel patterns of zooplankton abundance and biomass at Conch Reef, Florida Keys (USA). *Journal of Plankton Research* 32(1), 75-91.

Heidelberg, K. B.; Sebens, K. P. e Purcell, J. E. 2004. Composition and sources of near reef zooplankton on a Jamaican forereef along with implications for coral feeding. *Coral Reefs* 23, 263-276.

Hernández-León, S. 1998. Annual cycle of epiplanktonic copepods in Canary Island waters. *Fisheries Oceanography* 7(3-4) 252-267.

Hernández-León, S.; Almeida C.; Yebra, L.; Arístegui, J.; Fernández de Puelles, M.L. e García-Braun, J. 2001. Zooplankton abundance in subtropical waters: is there a lunar cycle? *Scientia Marina* 65(1) 59-64.

Hirst, A. G. e 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.

Hirst, A. G. e Lampitt, R. S. 1998. Towards a global model of *in situ* weight-specific growth in marine planktonic copepods. *Marine Biology* 132, 247-257.

Holzman R.; Reidenbach, M. A.; Monismith, S. G.; Koseff, J. R. e Genin, A. 2005. Near-bottom depletion of zooplankton over a coral reef II: relationships with zooplankton swimming ability. *Coral Reefs* 24, 87–94.

Hopcroft R. R.; Roff J. C. e Lombard D. 1998. Production of tropical copepods in Kingston Harbor, Jamaica: the importance of small species. *Marine Biology* 130, 593-604.

Huntley, M. E. e Lopez, M. D. G. 1992. Temperature-dependent production of marine copepods - a global synthesis. *American Naturalist* 140(2) 201-242.

Huntley, M. and Brooks, E.R. 1982. Effects of age and food availability on diel vertical migration of *Calanus pacificus*. *Marine Biology* 71, 23-31.

Hutchings, J.; Verheye, H. M.; Mitchell-Innes, B. A.; Peterson, W. T.; Huggett, J. A. e Painting, S. J. 1995. Copepod production in the southern Benguela system. *ICES Journal of Marine Science* 52(3-4), 439-455.

Huys, R., Boxshall G. The orders of copepods. 1991. In: Huys R., Boxshall G. A., editors. *Copepod Evolution*. The Ray Society Series. vol. 159. London, UK: Ray Society. pp. 31–314.

INMET, 1992. Instituto Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas. Brasília, Distrito Federal.

Kjørboe, T. 2008. *A Mechanistic Approach to Plankton Ecology*. Princeton: University Press.

Huang, C., Uye, S. e Onbe, T. 1992. Ontogenetic diel vertical migration of the planktonic copepod *Calanus sinicus* in the inland sea of Japan. *Marine Biology* 113, 391–400.

Huntley, M. e Brooks, E. R. 1982. Effects of age and food availability on diel vertical migration of *Calanus pacificus*. *Marine Biology* 78, 23–31.

Kramer, A. 1897. Ueber den Bau der Korallenriffe und die Plankton- vertheibeng an den Samoanischen Küsten nebst vergleichenden Bemerkungen. Kiel and Leipzig. 163 pp.

Jacoby C.A. e Greenwood, J.G. 1988. Patterns of emergence of zooplankton in the lagoon of Heron reef, GBR, Australia. *Marine Biology* 97, 309–328.

Jacoby C. A. e Greenwood, J. G. 1989. Emergent zooplankton in Moreton Bay, Queensland, Australia: seasonal, lunar and diel patterns in emergence and distribution with respect to substrata. *Marine Biology* 51, 131–154.

Jerling, H. L. e Wooldridge, T. H. 1991. Population dynamics and estimates of production for the calanoid copepod *Pseudodiaptomus hessei* in a warm temperate estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 33,121-135.

Jerling, H. L. e Wooldridge, T. H. 1992. Lunar influence on distribution of a calanoid copepod in the water column of a shallow, temperate estuary. *Mar. Biol.* 112: 309–312.

Johannes, R. E. e Gerber, R. P. 1974. Import and export of plankton by Eniwetok reef community. Proceedings of the Second International Coral Reef Symposium, Brisbane 1, 97-104.

Kimmerer, W. J. 1987. The theory of secondary production calculations for continuously reproducing populations. Limnology and Oceanography 32(1), 1-13.

Kimmerer, W.J. e Mckinnon, A.D. 1987. Growth, mortality and secondary production of the copepod *Acartia tranteri* in Westernport Bay, Australia. Limnology and Oceanography 32, p. 14-28,.

Kjørboe, T. 1998. Population regulation role of mesozooplankton in shaping marine pelagic food webs. Hydrobiologia 363, 13–27.

Kjørboe, T. A. 2008. Mechanistic Approach to Plankton Ecology. Princeton: University Press.

Kjørboe, T. e Sabatini, M. 1994. Reproductive and life cycle strategies in egg-carrying cyclopoid and free-spawning calanoid copepods. Journal of Plankton Research 16(10), 1353-1366.

Klumpp, D.W. e McKinnon, A.D. 1992. Community structure, biomass and productivity of epilithic algal communities on the Great Barrier Reef: Dynamics at different spatial scales. Marine Ecology Progress Series 86, 77–89

Koening, M. L.; Eskinazi-Leça, E.; Neumann-Leitão, S. e Macedo, S. J. 2002. Impactos da construção do Porto de Suape sobre a comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Ipojuca (Pernambuco, Brasil). Acta botânica Brasilica 16, 407-420.

Laborel, J. 1967. Les peuplements de Madréporaires des côtes tropicales du Brésil. Faculté des Sciences de l'Université d'Aix-Marseille, part I. 162 p.

Le Borgne, R. 1982. Zooplankton production in the eastern tropical Atlantic Ocean: net growth efficiency and P:B in terms of carbon, nitrogen and phosphorus. *Limnology and Oceanography* 27, 681-698.

Lefevre, M. 1985. Spatial variability of zooplankton populations in the lagoons of a high island (Moorea, French Polynesia). In: International Coral Reef Symposium, 5, Tahiti, 1985. Proceedings, Tahiti, 6, 39-45.

Lopes, R.M. 1994. Zooplankton distribution in the Guaraú river estuary (South-eastern Brazil). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 39, 287-302.

Lopes, R. M. 2007. Marine zooplankton studies in Brazil - a brief evaluation and perspectives. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 79, 369-379.

Longhurst, A.R. e Pauly, D. 2007. *Ecologia dos Oceanos Tropicais*. São Paulo: EDUSP, 420p.

Madhupratap, M.; Achuthankutty, C.T. e Sreekumaran Nair, S.R. 1991. Zooplankton of the lagoons of the Laccadives: diel patterns and emergence. *Jurnal Plankton Research* 13, 947-958.

Mabesoone, J. M. e Coutinho, P. N. 1970. Littoral and shallow marine geology of northeastern, Brasil. *Trabalhos Oceanograficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife* 12, 1-214.

Magalhães, A.; Costa, R. M.; Liang, T. H.; Pereira, L. C. C. e Ribeiro, M. J. S. 2006. Spatial and temporal distribution in density and biomass of two *Pseudodiaptomus*

species (Copepoda: Calanoida) in the Caeté river estuary (Amazon Region – North of Brazil). *Brazilian Journal of Biology* 66(2A), 421-430.

Marshall, S. M. & Orr, A. P. 1955. *The biology of a Marine Copepod*. Springer-Verlag, New York, 188.

Mauchline, J. 1988. Egg and brood sizes of oceanic pelagic crustaceans. *Marine Ecology Progress Series* 43, 251-258.

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

Maida, M.; Ferreira, B. P. e Bellini, C. 1995. Avaliação preliminar do recife da Baía do Sueste, Fernando de Noronha, com ênfase nos corais escleractíneos. *Boletim Técnico Científico do CEPENE* 3(1), 37-47.

Mayal, E. M. ; Leitão, S. Neumann-Leitão ; Feitosa, F. A. N.; Schwamborn, R. ; Silva, T. A. ; Cunha, Silva, M. G. G. 2009. Hydrology, plankton, and corals of the Maracajá Reefs (Northeastern Brazil) - an ecosystem under severe thermal stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 52, 665-678.

Miyashita, L.K.; Melo-Júnior, M.; Lopes, R.M. 2009. Estuarine and oceanic influences on copepod abundance and production of a subtropical coastal area. *Journal of Plankton Research* 31(8), 815-826.

Moura, R.T. 1991. Biomassa, produção primária do fitoplâncton e alguns fatores ambientais na Baía de Tamandaré, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Oceanografia. Recife. Dissertação mestrado. 145 f.

Mullin, M. M. 1969. Production of zooplankton in the ocean: The present status and problems. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review* 7, 293-314.

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

McFarland, W.; Wahl, C.; Suchanek, T. e McAlary, F. 1999. The behavior of animals around twilight with emphasis on coral reef communities. In: Archer SN (ed) *Adaptive mechanisms in the ecology of vision*. Kluwer, pp 583–628

McKinnon, A.D. 1991. Community composition of reef associated copepods in the lagoon of Davies Reef, Great Barrier Reef, Australia. *Bulletin of Plankton Society of Japan, Spec. Vol.*, 467–478

Mckinnon, A. D. 1996. Growth and development on the subtropical copepod *Acrocalanus gibber*. *Limnology and Oceanography* 41(7), 1438-1447.

McKinnon, A.D.; Duggan, S. e De'Ath, G. 2005. Mesoplankton dynamics in nearshore waters of the Great Barrier Reef. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 63, 497–511.

Mckinnon, A. D.; Thorrold. Zooplankton community structure and copepod egg production in coastal waters of the central Great Barrier Reef lagoon. *Journal of Plankton Research*, v. 15, n. 12, p. 1387-1411, January 1, 1993 1993b.

Mckinnon, A. D.; Thorrold, S. R. Zooplankton community structure and Copepod egg production in coastal waters of the central Great Barrier Reef. *Journal of Plankton Research*, v. 15, p. 1387-1411, 1993a.

Melo-Junior, M. 2009. Produção secundária e aspectos reprodutivos de copépodes pelágicos ao largo de Ubatuba (SP, Brasil). 2009. 182f. Tese (Doutorado em Ciências -

Oceanografia Biológica), Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Melo, P. A. M. C.; Diaz, X. F. G.; Macedo, S. J. D.; Neumann-Leitão, S. 2012. Diurnal and spatial variation of the mesozooplankton community in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Equatorial Atlantic. *Marine Biodiversity Records*, 5, 1-14.

Melo, N. F. A. C., Neumann-Leitão, S.; Silva, T. A.; Schwamborn, R. e Gusmão, L. M. O. 2002. Zooplankton from the Maracajaú reefs, Northeastern Brazil. *Tropical Oceanography* 30(2), 133-145.

Melo, P. A. M. C.; Silva, T. A.; Neumann-Leitão, S.; Schwamborn, R.; Gusmão, L. M. O. e Porto-Nerto, F. 2010. Demersal zooplankton communities from tropical habitats in the southwestern Atlantic. *Marine Biology Research* 6(6), 530-541.

Michel, H. B. e Foyo. M. 1976. Caribbean zooplankton. Part 1. Office of Naval Research, Washington, D.C.

Miller, C.B. 2004. *Biological Oceanography*. Malden: Blackwell Science, 402p.

Mishra, S. and R.C. Panigrahy, 1999. Zooplankton ecology of the Bahuda estuary (Orissa), east coast of India. *Indian Journal of Marine Sciences* 28, 297-301.

Moriarty, D.J.W.; Pollard, P.C. e Hunt, W.G. 1985. Productivity by bacteria and microalgae and effect of grazing on a coral reef flat. *Marine Biology* 85, 293–300.

Moura, R. T.; Passavante, J. Z. O. 1994/5. Biomassa Fitoplanctônica da Baía de Tamandaré, Rio Formoso - Pernambuco, Brasil. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco* 23, 1-16.

Nascimento-Vieira, D. A. 2000. Macrozooplâncton recifal da baía de Tamandaré, Pernambuco – BRASIL. (Doctoral). Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Nascimento-Vieira, D. A., Neumann-Leitão, S.; Porto-Neto, F. F.; Silva, T. A.; Silva, A. P. 2010. Mesozooplâncton de área recifal do Atlântico Sudoeste Tropical. *Tropical Oceanography* 38, 47-59.

Neumann-Leitão, S.; Gusmão, L.M.O.; Nascimento-Vieira, D.A.; Porto-Neto, F. de F.; Moura, M.C.O.; Silva, A.P. 1998. Biodiversidade e Produtividade do Zooplâncton Estuarino de Pernambuco (Brasil). In: 4º Congresso de Ecologia do Brasil, 1998, BELÉM. Abstract.

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. *Archives of Fishery Marine Research* 47(2-3), 153-165.

Neumann-Leitão, S.; Feitosa, F.A.N.; Mayal, E.; Schwamborn, R.; Silva-Cunha, M.G.G.; Silva, T.A.; Porto-Neto, F.F. The Plankton From Maracajaú Reef Ecosystem (Brazil) - Offshore Coral Reefs Under Multiple Human Stressors. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, v. 122, p. 173-182, 2009.

Neill, W.E. 1992. Population variation in the ontogeny of predator-induced vertical migration of copepods. *Nature* 356: 54–57.

Nimer, E. 1979. Pluviometria e recursos hídricos dos Estados de Pernambuco e Paraíba. Rio de Janeiro, IBGE. 117p.

Noriega, C. D.; Costa, K. M. P.; Feitosa, F. A.; Floresmontes, M. J.; Greco, C. K. S.; Soares, G. S. S.; Silva, H. P. 2005. Distribuição espacial da biomassa fitoplanctônica e

sua relação com os sais nutrientes, no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Pernambuco-Brasil). *Arquivos de Ciência do Mar* 38, 5-18.

Odum, H.T. e Odum, E.P. 1955. Trophic structure and productivity of a windward coral reef community of Eniwetok Atoll. *Ecological Monographs* 25, 291-320.

Ohlhorst S.L. 1982. Diel migration patterns of demersal reef zooplankton. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 60, 1–15.

Omori, M.; Ikeda, T. 1984. *Methods in marine zooplankton ecology*. Wiley-Interscience Publications, New York p. 331.

Osgood, K. E. e Frost, B. W. 1994. Ontogenetic diel vertical migration behaviors of the marine planktonic copepods *Calanus pacificus* and *Metridia lucens*. *Marine Ecology Progress Series* 104, 13–25.

Pagano, M.; Sagarra, P.B.; Champalbert, G.; Bouvy, M.; Dupuy, C.; Thomas, Y. e Charpy, L. 2012. Metazooplankton communities in the Ahe atoll lagoon (Tuamotu Archipelago, French Polynesia): Spatiotemporal variations and trophic relationships. *Marine Pollution Bulletin* 65, 538-548.

Parsons, T. R.; Strickland, J. D. H. 1963. Discussion of spectrophotometric determination of marine-plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. *Journal of Marine Research* 21, 155-163.

Patil, N. N.; Goldin, Q.; Somani, V. U.; Kurve, P. N. e Athalye, R. P. 2002. Study of zooplankton distribution from Ulhas River Estuary and Thane Creek. IN: Goldin, Q. (Ed.). *Proc. The National Seminar on Creeks, Estuaries, and Mangroves: Pollution and Conservation*, pp. 109-115

Peterson, W. 1998. Life cycle strategies of copepods in coastal upwelling zones. *Journal of Marine Systems* 15, 313-326.

Peterson, W.T.; Gomez-Gutierrez, J. e Morgan, C.A. 2002. Cross-shelf variation in calanoid copepod production during summer 1996 off the Oregon coast, USA. *Marine Biology* 141, 353-365.

Peterson W. T. e Kimmerer W. J. 1994. Processes controlling recruitment of the marine calanoid copepod *Temora longicornis* in Long Island Sound: egg production, egg mortality, and cohort survival rates. *Limnology and Oceanography* 39, 1594-1605.

Pielou, E.C. 1977. *Mathematical Ecology*. New York: John Wiley & Sons, 385p.

Pinel-Alloul, B. 1995. Les invertébrés prédateurs du zooplancton. In: Pourriot, R., Meybeck, M. (Eds.), *Limnologie Générale*. Masson. Collection d'Ecologie, Paris 541–564p.

Pont, D. 1995. Le zooplancton herbivore dans les chaînes alimentaires pélagiques. In: Pourriot, R., Meybeck, M. (Eds.), *Limnologie Générale*. Masson. Collection d'Ecologie, Paris, 515–540p.

Porto-Neto, F.F.; Neumann-Leitão, S.; Nascimento-Vieira, D.A.; Silva, T.A.; Silva, A.P. e Moura, M.C. O. 2000. Zooplâncton recifal de Tamandaré – PE (Brasil) e a influência dos manguezais na sua biodiversidade e biomassa. In: *MANGROVE 2000. Sustentabilidade de Estuários e Manguezais: Desafios e Perspectivas*. Recife: 2000. UFPE, ISME.

Porto-Neto, F. F. 2003. Zooplankton as bioindicator of environmental quality in the Tamandaré reef system (Pernambuco - Brazil): Anthropogenic influences and

interaction with mangroves. 131 f. Universität Bremen. Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT)

Poulet, S.A.; Ianora, A.; Laabir M. e Klein Breteler, W.C.M. 1995. Towards the measurement of secondary production and recruitment in copepods. *ICES Journal of Marine Science*, v. 52, p. 359-368,.

Ramos-Porto, M. e Oliveira, M.T. 1984. Alguns crustáceos decápodos da região de Tamandaré (PE), Brasil. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, Recife 18, 139-152.

Raymont, J.E.G. 1983. *Plankton and productivity in the oceans. 2. Zooplankton*. 2nd ed. Pergamont Press, Oxford.

Rebouças, A. C. 1966. Sedimentos da Baía de Tamandaré - PE. *Trab. Oceanog. Univ. Fed.PE*, Recife, 7/8: 187-205.

Roman, M. R.; Adolf, H. A.; Landry, M. R.; Madin, L. P.; Steinberg, D. K. e Zhang, X. 2002. Estimates of oceanic mesozooplankton production: a comparison using the Bermuda and Hawaii time-series data. *Deep-Sea Research I* 49, 175-192.

Roman, M.; Furnas, M. J. e Mullin, M. M. 1990. Zooplankton abundance and grazing at Davies Reef, Great Barrier Reef, Australia. *Marine Biology* 105, 73–82.

Rios, J. E. e Gonzalez, J. G. 2000. Effects of lunar periodicity on the emergence behavior of the demersal copepod *Pseudodiaptomus cokeri* in Phosphorescent Bay, Puerto Rico. *Bulletin of Marine Science* 67(3), 887-901.

Roman, M.; Smith, S.; Wishner, K.; Zhang, X. e Gowing, M. 2000. Mesozooplankton production and grazing in the Arabian Sea. *Deep-Sea Research II* 47, 1423-1450.

Runge, J. A. e J. C. Roff, 2000. The measurement of growth and reproductive rates. In Harris, R. P., P. H. Wiebe, J. Lenz, H. R. Skjoldal & M. Huntley (eds) ICES Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, New York: 401–454.

Santana-Barreto, M. S. 1986. Biomassa, densidade e composição do zooplâncton da Baía de Tamandaré. Cad. Ômega da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife 2(1), 55-65.

Santana-Barreto, M. S.; Barros-Franca, L. M.; Rapôso, L. A. B. e SILVA, C. J. P. 1981. Aspectos da variação diurna e sazonal do plâncton na Baía de Tamandaré - PE. In: Encontro de Zoologia do Nordeste, 6. Recife. p. 90-103.

Santos-Filho, I. L. 1969. Geologia e Geofísica da área de Tamandaré – PE. Recife. 54p. Relatório Final (Curso de Geologia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Satapoomin, S.; Nielsen, T.G.; Hansen, P.J. 2004. Andaman Sea copepods: spatio-temporal variations in biomass and production, and role in the pelagic food web. Marine Ecology Progress Series 274, 99-122.

Sekiguchi, H., McLaren, I. A., e Corkett, C. J. 1980. Relationship between growth rate and egg production in the copepod *Acartia clausi hudsonica*. Marine Biology 58, 133-138.

Sebens, K. P.; Grace, S. P.; Helmuth, B.; Maney, E. J. e Miles, J. S. 1998. Water flow and prey capture by three scleractinian corals, *Madracis mirabilis*, *Montastrea cavernosa* and *Porites porites*, in a field enclosure. Marine Biology (Berlin) 131, 347–360.

Schminke, H. K. 2007. Entomology for the copepodologist. Journal of Plankton Research 29, 149-162.

Shannon, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* 27, 379-423.

Silva, T. A. 2003. Zooplâncton Demersal na Área de Proteção Ambiental de Tamandaré (APA dos Corais) Pernambuco (Brasil). Department of Oceanography, Federal University of Pernambuco. Doctor: 89.

Sheppard, C.R.C.; Davy, S.K. e Pilling, G.M. 2009. *The Biology of Coral Reefs*. Oxford University Press, Oxford, UK.

Sorokin, Y. I. 1990a. Plankton in the reef ecosystems. In: Dubinsky, Z. (ed.). *Ecosystems of the world (25): coral reefs*. Oxford, Elsevier. Cap. 11, p. 291-327.

Sorokin, Y. I. 1990b. Aspects of trophic relations, productivity and energy balance in coral-reefs ecosystems. In: Dubinsky, Z. (ed.). *Ecosystems of the world (25): coral reefs*. Elsevier, Oxford. Cap. 14, p. 401-410.

Sorokin, Y. I. 1993. *Coral reef ecology*. Heidelberg: Springer, 465 pp.

Strickland, J. D. H. e Parsons, T. R. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Bulletin Fisheries Research board of Canada, Ottawa 167, 1-205,

Tada K.; Sakai, K.; Nakano, Y.; Takemura, A. e Montani, S. 2003. Size-fractionated phytoplankton biomass in coral reef waters off Sesoko Island, Okinawa, Japan. *Journal of Plankton Research* 25, 991–997.

Teixeira, G. M. 2002. Larvas de peixes e invertebrados da baía de Tamandaré -PE, coletados com um novo modelo de armadilha de luz. (Mestrado). Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Tranter, D. J. e George, J. 1972. Zooplankton abundance at Kavaratti and Kalpeni Atolls in the Laccadives. Proceedings of the First Symposium on Coral and Coral Reefs, Conchin 1, 239-256.

Tregouboff, G.; Rose, M. 1957. Manuel de planctologie Méditerranéenne. Centre National de la recherche Scientifique, Paris 2, 545.

Turner, J. T. 1984. Zooplankton feeding ecology: contents of fecal pellets of the copepods *Eucalanus pileatus* and *Paracalanus quasimodo* from continental shelf waters of the Gulf of Mexico. Marine Ecology Progress Series 15, 27-46.

Turner, J. T. 2004. The importance of small planktonic copepods and their roles in pelagic marine food webs. Zoological Studies 43, 255-266.

Underwood, A. J. 1997. Experiments in Ecology: Their Logical Design and Interpretation Using Analysis of Variance. Cambridge: Cambridge University Press.

Underwood, A. J. e Chapman, M. G. 1998. A method for analysing spatial scales of variation in composition of assemblages. Oecologia 117, 570-578.

UNESCO. 1973. International Oceanographic Table. Optichrome, Wormly 2, 141p.

Uye, S.; Huang, C. e Onbe, T. 1990. Ontogenetic diel vertical migration of the planktonic copepod *Calanus sinicus* in the Inland Sea of Japan. Marine Biology 104, 389-396.

Uye, S. 1982. Length-weight relationships of important zooplankton from the Inland Sea of Japan. Journal of the Oceanographical Society of Japan 38, 149-158.

Uye, S. I. Replacement of large copepods by small ones with eutrophication of embayments: cause and consequence. Hydrobiologia v. 292/293, p. 513-519, 1994.

Valentin, J. L.; Macedo-Saidah, F. E.; Tenenbaum, D. R. e Silva, N.L.A. 1991. Diversidade específica para análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicação ao ecossistema da ressurgência de Cabo frio (Rio de Janeiro- Brasil). *Nerítica*, 6(1/2), 7-26.

Valentin, J. L. 1988. A dinâmica do plâncton na ressurgência de Cabo Frio - RJ. In: Brandini, F.P. (Ed.), *Memórias do III Encontro Brasileiro de Plâncton*. Curitiba: UFPR, p. 25-35.

Valentin, J. L. 2001. The Cabo Frio upwelling system, Brazil. In: Seeliger, U. e Kjerfve, B. (Orgs.), *Ecological studies: coastal marine ecosystems of Latin America*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag 144, 97-105.

Valiela, I. 1995. *Marine ecological processes*, 2nd. ed. Springer.

Verity, P e Smetacek, V. 1996. Organism life cycle, predation and the structure of marine pelagic ecosystems. *Marine Ecology Progress Series* 130, 277-293.

Webber, M.; Edwards Myers, E.; Campbell, C. e Webber, D. 2005. Phytoplankton and zooplankton as indicators of water quality in Discovery Bay, Jamaica. *Hydrobiologia* 545, 177–193.

Webber, M. K. e Roff, J. C. Annual biomass and production of the oceanic copepod community off Discovery Bay, Jamaica. *Mar. Biol.*, v. 123, p. 481-495, 1995a.

Webber, M. K. e Roff, J. C. 1995b. Annual biomass and production of the oceanic copepod community off Discovery Bay, Jamaica. *Marine Biology* 123, 481-495.

Wilson, S. G.; Carleton, J. H. e Meekan, M. G. 2003. Spatial and temporal patterns in the distribution and abundance of macrozooplankton on the southern North West Shelf, Western Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56, 897-900.

Yahel, G.; Post, A. F.; Fabricius, K.; Vaulot, D.M.; Vaulot, D. e Genin, A. 1998. Phytoplankton distribution and grazing near coral reefs. *Limnology and Oceanography* 43(4), 551–563.

Yahel, R.; Yahel, G. e Genin, A. 2005a. Near-bottom depletion of zooplankton over coral reefs: I: diurnal dynamics and size distribution. *Coral Reefs* 24, 75–85.

Yahel, R.; Yahel, G.; Berman, T.; Jaffe, J.S. e Genin, A. 2005b. Diel pattern with abrupt crepuscular changes of zooplankton over a coral reef. *Limnology and Oceanography* 50, 930–944.