

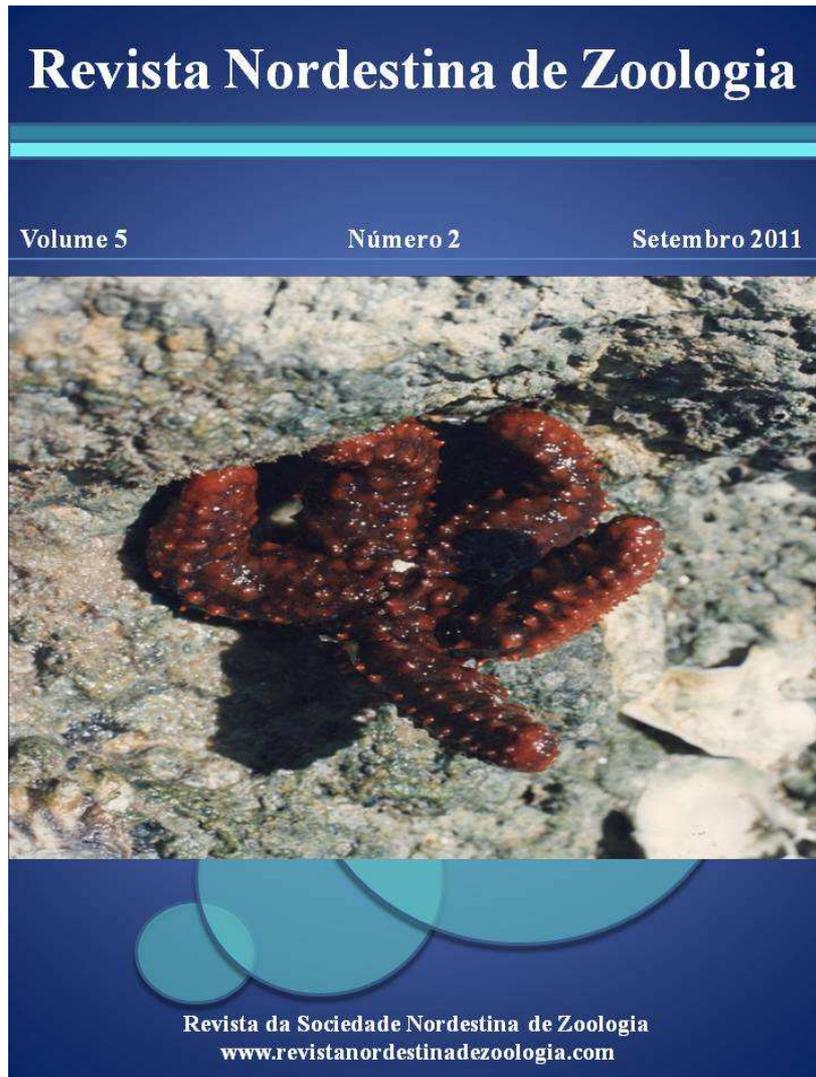
Revista Nordestina de Zoologia

ISSN 1808-7663

Volume 5

Número 2

Ano 2011



Revista da Sociedade Nordestina de Zoologia

| | | | | | |
|--------------------------------|--------|------|------|------------|------|
| Revista Nordestina de Zoologia | Recife | V. 5 | N. 2 | P. 69 - 80 | 2011 |
|--------------------------------|--------|------|------|------------|------|

ESTUDOS SOBRE O PLÂNCTON EM AMBIENTES DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA RESFRIAMENTO NA USINA TERMOELÉTRICA DE PERNAMBUCO - TERMOPE, PE, BRASIL.

Andrea Karla Pereira da Silva¹, Mucio Luiz Banja Fernandes¹, Adilson de Castro Chaves¹, Gledson Fabiano de Araújo Ferreira¹, Eduarda Oliveira Casanova², Alden Bandeira Pacheco², Manuela Camarotti Gomes dos Santos², Raisa Arruda de Oliveira².

1 – Professor Universidade de Pernambuco

2 – Biologo

e-mail: andreakps@uol.com.br

Resumo

O controle da comunidade incrustante que se desenvolve no interior dos sistemas de resfriamento de usinas termoeletricas consiste num desafio, pois em regiões tropicais ocorre o recrutamento ininterrupto do *fouling* se intensifica o esforço para manter as tubulações livres de incrustações. O projeto de P&D que estuda a dinâmica temporal e sazonal do ciclo de vida desses organismos inclui o levantamento dos componentes do plâncton coletados em arrastos verticais nos ambientes de entrada de água marinha. A comunidade zooplânctônica está composta por organismos que mantêm e renovam o *fouling* nas paredes do Sistema de resfriamento. Conhecer a bioecologia desses organismos é essencial para o controle das bioincrustações e constitui o caráter inovador dessa pesquisa que numa perspectiva de sustentabilidade, associa a viabilidade econômica à eficiência ecológica junto aos empreendimentos que atuam no setor de produção de energia termoeletrica.

Palavras-chave – Bioincrustação; controle do fouling; manutenção de sistema de resfriamento; Pesquisa e desenvolvimento; sustentabilidade.

Abstract

The control of fouling community that develops inside the sys-cooling of power plants is a challenge, as occurs in tropical fouling uninterrupted recruitment intensifies the effort to keep the pipes free of scale. The Research and Development project that studies the dynamics of seasonal and life cycle of these organisms include the production of components collected in the plankton hauls see ticais environments entry of seawater. The zooplankton community is composed of organizations that maintain and renew the fouling on the walls of the cooling system. Knowing the bio-ecology of these organisms is essential for the control of fouling and is the innovative character of this research from the perspective of sustainability, economic viability associated with the ecological efficiency with the in-project or venture that operate in the production of thermal power.

Key-words: Biofouling, control of fouling, research and development, sustainability, Suape harbor.

INTRODUÇÃO

O estudo do plâncton em ambientes do Sistema de Resfriamento na usina termoeletrica de Pernambuco constitui uma das fases de pesquisa do projeto P&D TPE 035 desenvolvido no âmbito dos projetos na temática de meio ambiente da Termope, intitulado Estudo de dinâmica temporal e sazonal do ciclo de vida de organismos do *fouling* - cirrípedes, com proposta de metodologias de controle físico do seu desenvolvimento em sistemas de tubulação. Esse projeto de pesquisa teve início em abril de 2010 e está em fase de conclusão do primeiro de seus dois anos de duração.

Na Região de Suape, a Usina Termope enfrenta problemas ocasionados pela proliferação do *fouling* que reveste a tubulação dos sistemas de captação de águas para resfriamento.

O *fouling* que representa os organismos incrustantes não comensais de águas rasas, se fixam em substratos duros artificiais e ocorrem com densidade e diversidade elevadas nas estruturas feitas pelo homem, tais como cascos de navios, estacas, bóias e interior de tubulações (SILVA, 2003). Essas comunidades biológicas são importantes em estudos de monitoramento e modelagem ambiental porque a maioria é bem conhecida e facilmente identificável. Um estudo adequado de seu ciclo de vida pode refletir as condições ambientais e sua distribuição generalizada permite comparações entre diferentes períodos e ambientes (FARRAPEIRA, 2010).

A maioria dos organismos que constituem o *fouling* apresenta pelo menos uma fase de seu desenvolvimento como plâncton e utilizam o fluxo de água marinha como mecanismo de entrada para povoamento do sistema de resfriamento na Termope, onde continuam seu ciclo de vida e recru-

tam o substrato disponível cobrindo total ou parcialmente as paredes internas da tubulação. Nesse contexto, torna-se imprescindível conhecer a comunidade zooplânctônica nas águas do canal de captação e nos ambientes de entrada de água marinha da usina termoeletrica de Pernambuco - Termope em Suape.

Foram realizados estudos qualitativos e quantitativos do plâncton capturado através de arrastos mensais verticais com rede, em três pontos de monitoramento durante sete meses.

Os resultados mostraram que entre os crustáceos, copépodos e larvas de cracas são os organismos mais abundantes, e com maior frequência de ocorrência, seguidos foraminíferos e de larvas de moluscos bivalves e gastrópodes. Os meses de maior incremento larval foram agosto, novembro, dezembro e janeiro. A dominância por copépodos ocorreu em agosto, novembro e dezembro nos pontos 1, 2 e 3, respectivamente. As larvas de cirrípedes foram abundantes no mesmo período, com pico de dominância no mês de janeiro no ponto 1. Outros grupos foram registrados com picos de abundância no mesmo período, mas não exerceram dominância. Os picos de dominância sucessivos entre copépodos e cracas sugerem um processo sucessional típico, que estabelece relações tróficas bem definidas na comunidade incrustante.

Esse resultado permite um planejamento mais eficiente quando considerarmos essas fases de dominância dos cirrípedes, pois denunciam o momento ideal para aplicação de métodos de controle, na fase de larvas, antes que as mesmas se fixem definitivamente no substrato, o que causará danos e custos maiores para manutenção e bom funcionamento do sistema de captação e resfriamento na Termope.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Um aspecto importante atribuído ao *fouling* quando consideramos os danos que seu povoamento pode causar em estruturas artificiais está relacionado com o seu potencial invasor, prevalente entre as espécies exóticas e em espécies autóctones com elevada resiliência (BERNARDO, 1995). Nesses ambientes modificados em características mesológicas fundamentais como temperatura, salinidade e luminosidade, proliferam aquelas espécies com maior capacidade de respostas as adversidades ambientais e ali se tornam dominantes, demandando esforços onerosos ao seu controle, tanto no aspecto econômico como ambiental.

A comunidade de organismos incrustantes ou *fouling* resulta do processo de colonização de uma superfície sólida, natural ou artificial, onde se estabelecem os organismos incrustantes que numa constante transformação, pela ação dos parâmetros bióticos e abióticos evoluem num processo de sucessão, que é observada na composição da comunidade ao longo do tempo. A ocupação de um substrato por organismos incrustantes é conhecida como recrutamento (MARGALEFF, 1974). O recrutamento de organismos bentônicos marinhos é definido como o número de novos indivíduos que assentam e sobrevivem no substrato. Para Keough & Downes (1982), no caso de organismos com larva planctônica, e implica na transformação de seu hábito de vida para o bentônico, bem como a sobrevivência até o momento do assentamento. A forma como o substrato é colonizado indica os padrões de suprimento de larvas fornecido pelo plâncton, as escolhas das larvas pelo tipo de substrato e as taxas de mortalidade pós-assentamento (CALEY et

al 1996), (CAVALCANTI et al, 2008) e (NERY et al 2008).

Como a grande maioria dos componentes da comunidade incrustante passa pelo menos uma de suas fases no plâncton [8], o conhecimento sobre a comunidade planctônica na área de influência do substrato colonizado pelo *fouling* é de fundamental importância, e esses estudos vem ocorrendo de forma integrada em diversas localidades. A bibliografia sobre usos e aplicações do conhecimento do plâncton para definição de métodos e técnicas de controle do *fouling* porém, é ainda escassa, o que confere um caráter de pioneirismo e ineditismo da presente pesquisa.

Na região Nordeste os primeiros estudos sobre o plâncton marinho ocorreram após 1945, os quais foram baseados em amostras coletadas ao redor da ilha de Fernando de Noronha. No âmbito da pesquisa científica o seu maior desenvolvimento ocorreu a partir das décadas de 50 e 60. A grande maioria dos estudos existentes refere-se, sobretudo aos ecossistemas costeiros, mas restritos a pesquisa básica (CAVALCANTI & LARRAZABAL, 2004). Para Silva et al (2004) e Eskinazi-Sant'anna (1996) as pesquisas que relacionam estudos do plâncton com impactos ambientais na Região de Suape foram publicados a partir da década de 1980.

METODOLOGIA

A pesquisa apresenta uma abordagem quantiquantitativa de caráter descritivo, com o levantamento da composição da comunidade incrustante, considerando suas variações temporais e os parâmetros abióticos de temperatura e de salinidade, aferidos com termômetro e salinômetro. A Frequência de ocorrência e abundância relativa foram analisadas durante o

período de sete meses, de agosto de 2010 a fevereiro de 2011.

Os pontos de coleta foram escolhidos considerando características do ambiente de entrada de água marinha no Sistema de Captação, sendo o ponto-1 caracterizado como ambiente aberto na borda da galeria, e os pontos 2 e 3 respectivamente, representados por ambientes fechados, sendo o ponto-2 o poço de bombas e o ponto-3 o poço de telas rotatórias, ambos considerados ambientes de entrada.

Nos três pontos de coleta foram realizados, mensalmente, arrastos verticais numa profundidade de 10 m, utilizando-se rede de náilon tipo *bongo*, com aro de 30 cm de diâmetro e 300µm de abertura de malha. O material filtrado foi acondicionado em frascos plásticos e fixados com álcool a 70%, com volume total de 300ml.

O material foi conduzido ao Laboratório de Estudos Ambientais-LEA da UPE, onde foram extraídas três amostras de 10 ml a partir do precipitado de material contido nos recipientes plásticos, sendo vertidas em placas *Dolful* em dez sub amostras de 1 ml cada, sendo analisadas sob microscópio estereoscópico para contagem e identificação dos grupos taxonômicos.

Os organismos identificados nesse material foi categorizado de acordo com seu modo de vida, agrupando os organismos Holoplanctônicos (ciclo de vida totalmente planctônico), Meroplanctônicos (pelo menos uma fase do ciclo de vida é planctônico) e planctônicos acidentais (nenhuma fase do ciclo de vida ocorre no plâncton, sendo capturado acidentalmente na coluna líquida). Foram ainda agrupados segundo critérios taxonômicos amplos e de acordo com sua dimensão.

A Abundância Relativa foi atribuída por comparação de número de indivíduos em relação a quantidade total de

organismos na amostra, sendo definida em termos percentuais em cada ponto de coleta ao longo dos sete meses de estudo. A abundância foi calculada seguindo a equação (1).

$$%Spi = n \times 100/N(1)$$

onde %Spi é a porcentagem do grupo taxonômico, *n* é o número de organismos do grupo taxonômico "X", *N* é o número total de organismos na amostra, sendo adotados os seguintes critérios: muito abundante (> 50%), abundante (30-50%), pouco abundante (30-10%) e raros (<10%)

Foi calculada a Frequência de Ocorrência, levando em consideração o número de amostras em que cada grupo taxonômico ocorreu em relação ao total de amostras obtidas, seguindo a equação (2).

$$F = p \times 100/P(2)$$

onde *p* é o número de amostras contendo o grupo taxonômico "X" e *P* é o número total de amostras obtidas. Para a Frequência *F* distinguiram-se as categorias: muito frequentes (>70%), frequente (30-70%), pouco frequente (10-30%) e esporádica (<10%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento e reprodução de um organismo são funções de sua morfologia, comportamento, concentração e qualidade do alimento e adaptação aos fatores ambientais. O desenvolvimento e a reprodução organismos marinhos como um todo são influenciados por fatores intrínsecos, inerentes a cada espécie, e por fatores externos, dentre os quais se destacam a temperatura e a salinidade. O zooplâncton forma suas comunidade, principalmente de acordo com suas relações tróficas (herbívoros, onívoros ou carnívoros), estágios de desenvolvimento (larvas) e seletividade ambiental (eurialinas, euritérmicas etc)

(ESKINAZI-SANT'ANNA & TUNDISI, 1996). A temperatura é o fator que mais influencia o metabolismo dos seres vivos, pois afeta a velocidade de suas reações metabólicas, exercendo um importante papel sobre o tempo de desenvolvimento, a alimentação, o movimento, as taxas de reprodução e a longevidade dos animais, alterando suas taxas de crescimento populacional (NEUMANN-LEITÃO et al, 2008).

Estudos de Neumann-Leitão (2008) e Veado (2008) demonstram que o aumento da temperatura promove, por exemplo, no zooplâncton, a diminuição no tempo de desenvolvimento dos ovos, aumento na taxa de incremento populacional e aumento nas taxas de alimentação. a influência da temperatura sobre o tempo de desenvolvimen-

to dos organismos parece ser o padrão mais comum na natureza.

O gráfico da temperatura mostra a variação de temperatura monitorada durante os sete meses de estudo, onde se observa uma significativa estabilidade térmica nos três pontos de coleta, com gradientes de variações entre 26^oC e 31^oC, registrados apenas no ponto 1 (canal de captação) Nos pontos 2 e 3 (poços de bombas e de telas rotatórias) a temperatura variou entre 26^oC e 28^oC (figura 1). Essa temperatura relativamente elevada e estável configura um dos principais fatores causadores das elevadas taxas de frequência e abundancia do plâncton, sobretudo entre copépodos e cracas, organismos dominantes registrados nessa pesquisa.

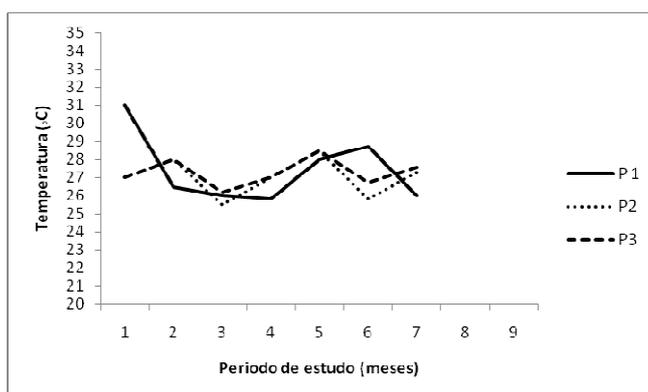


Figura 1: Variação da temperatura da água nos três pontos de monitoramento, durante o período de estudo (°C)

Com relação ao parâmetro de salinidade, verifica-se uma forte influencia desse parâmetro com relação a distribuição dos organismos, que é afetada em função das mudanças que ocorrem na salinidade, em função da influencia de marés e de proximidade de rios como já havia sido descrito por Veado (2008). A salinidade verificada ao longo do período de estudo mostrou-se estável, com variações entre 30‰ e 35 ‰ com picos registrados nos meses 3 e 6 para os pontos 1 e 3, relacionados com o momento de coleta de água, em período de preamar.

Os valores de salinidade mais baixos foram registrados nos meses 1, 5 e 7, para os pontos 1 e 3, relacionados com o momento de coleta de água, em regime de baixamar (figura 2). Trabalhos de variação diurna em estuários de Pernambuco, como Neumann-Leitão (1998a) e (1998b), mostraram ocorrer variações quantitativas muito significativas do zooplâncton, em relação aos diferentes horários de coleta, em decorrência da dinâmica das marés que afeta a salinidade.

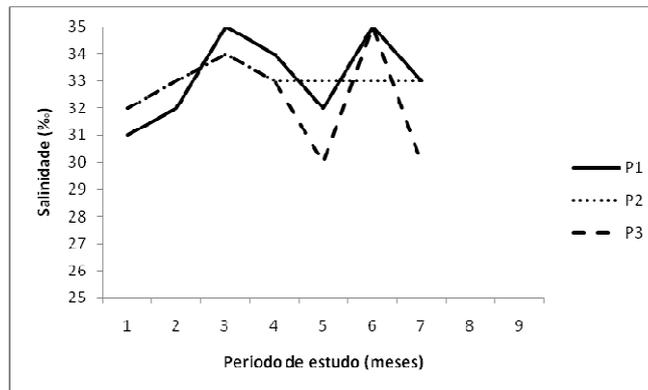


Figura 2: Variação da salinidade da água nos três pontos de monitoramento, durante o período de estudo (‰)

Os organismos da fauna planctônica que compõem a comunidade aqui estudada, apresentaram uma configuração típica, composta predominantemente por invertebrados, exceto por larvas de ascídia e ovos e larvas de peixes encontrados ocasionalmente. Observou-se formas de vida permanentemente planctônicas (holoplâncton) e organismos temporariamente planctônicos (meroplâncton).

Os organismos holoplanctônicos encontrados em maior quantidade de indivíduos esteve representado por copépodos; A fauna meroplanctônica foi mais diversificada mas apresentou dominância de cirrípedes mas também foi representada por larvas de moluscos, sobretudo Bivalvia e Gastrópoda; larvas de poliquetas e de outros invertebrados planctônicos temporários também foram registrados mas em quantidades, abundância e frequência pouco significativas ou desprezíveis. Entre os organismos planctônicos ocasionais apresenta-se o grupo dos foraminíferos. Esses protozoários bentônicos apresentaram significativas frequência e dominância,

com ampla variação quantitativa ao longo dos meses de estudo, que oscilou conforme condições de turbidez da água. Os períodos de maior turbidez foram caracterizados pela maior concentração de material em suspensão, principalmente sedimentos, que tem em sua composição grande quantidade de foraminíferos bentônicos. A variação quantitativa dos organismos (figuras 3, 4 e 5), ocorrem em função de fatores intrínsecos, como ciclo reprodutivo e também devido a fatores extrínsecos, como as condições mesológicas. Os dados obtidos com relação a variação quantitativa dos grupos taxonômicos que compuseram o plâncton e foram registrados no presente estudo aponta para um incremento periódico por larvas de cirrípedes e por copépodos, que compõem um dos importantes recursos alimentares da comunidade *fouling*. Estudos de Cavalcanti et al (2004) e (2008) e Silva et al (2004) realizados na Região de Suape confirmam esses dados registrados nesta pesquisa.

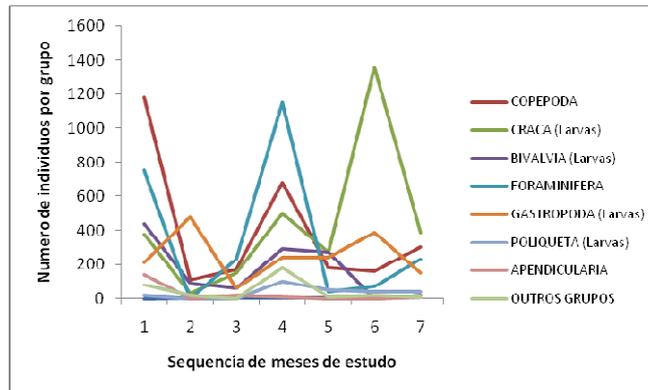


Figura 3: Variação quantitativa de indivíduos por grupo taxonômicos ao longo do período de estudo, no Ponto de monitoramento 1

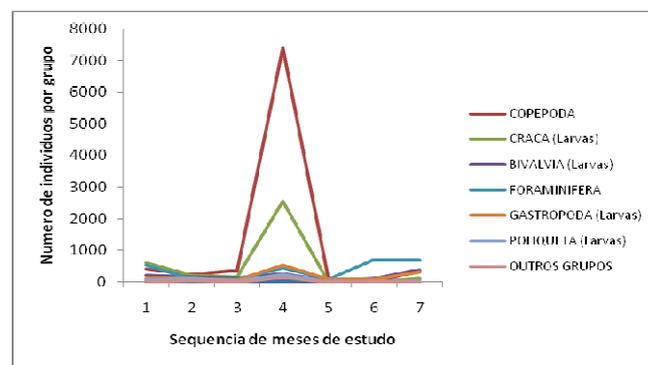


Figura 4: Variação quantitativa de indivíduos por grupo taxonômicos ao longo do período de estudo, no Ponto de monitoramento 2

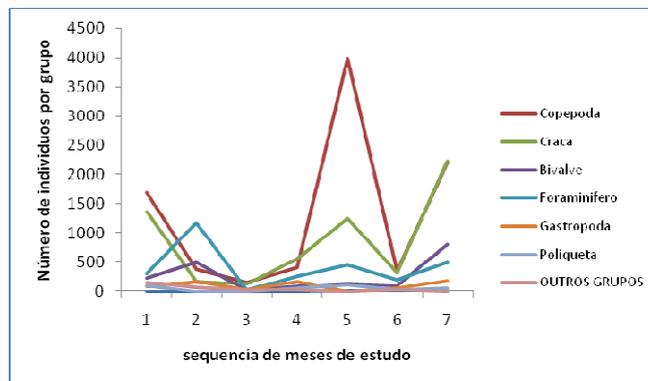


Figura 5: Variação quantitativa de indivíduos por grupo taxonômicos ao longo do período de estudo, no Ponto de monitoramento 3

Com relação à Frequência de Ocorrência dos grupos taxonômicos encontrados (Figura 6), copépodos e cracas foram os mais freqüentes, tendo ocorrido em 100% das amostras analisadas. Outros grupos também muitos freqüentes foram bivalves, poliquetas, gastrópodes e foraminíferos, esses últimos considerados como plâncton ocasional, que estiveram presentes em 95% das amostras analisadas. Como pouco freqüentes,

assinalam-se as larvas de ascídias (25%), antípodas, apendiculários e radiolários que ocorreram em 20% do material analisado, assim como Isópodas que ocorreram em 15% das amostras enquanto que larvas de decapodas, outros moluscos e rotíferos tiveram uma frequência de 10%;. Larvas de outros crustáceos incluindo de Pycnoconida e larvas de peixe tiveram frequência de 5%, sendo considerados grupos com frequência esporá-

dica. Esses resultados coadunam com estudos anteriores relacionados com plâncton, que pontuam copépodos, larvas de cirrípedes e de outros invertebrados, como os representantes mais frequentes entre as amostras de plâncton coletadas em áreas costeiras no período diurno [8]. Isso se torna relevante na medida em que essas informações permitem ava-

liar a disponibilidade contínua de larvas de invertebrados bentônicos que potencialmente recrutarão o substrato disponível no sistema de tubulação da Termope, o que aponta para uma maior atenção e necessidade de monitoramento como ferramentas imprescindíveis de controle de desenvolvimento do *fouling* nessas estruturas

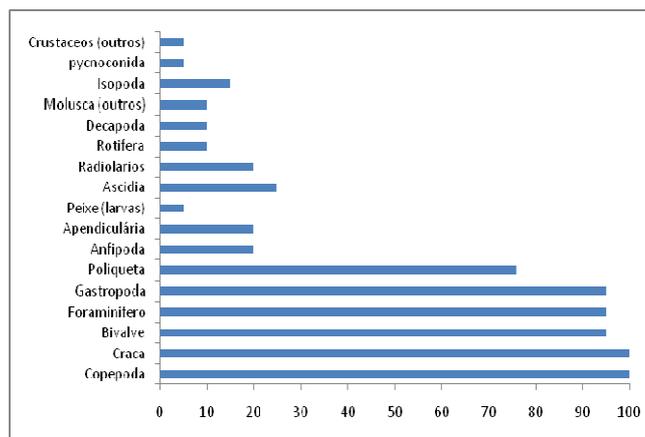


Figura 6: Frequência de Ocorrência dos grupos taxonômicos identificados no plâncton (100%)

A o estudo sobre a abundancia relativa dos grupos taxonômicos identificados no plâncton é muito importante, pois, em regiões tropicais, onde ocorre a disponibilidade contínua de larvas os métodos de controle para o desenvolvimento do *fouling* pode sofrer maior incremento naqueles períodos em que as larvas dos potenciais incrustantes estiverem disponíveis em maior quantidade, bloqueando assim o processo natural da sucessão ecológica dessa comunidade, nos substratos artificiais. Outra vantagem em se conhecer a variação temporal da abundancia desses organismos é a possibilidade de bloquear os mecanismos tróficos, controlando a disponibilidade de alimento, disponível no plâncton, no período de maior incremento de holoplâncton na água que é captada e que circula no sistema de resfriamento.

Dessa forma, a comunidade incrustante já estabelecida perecerá diante da escassez de alimento.

A figura 7 apresenta a variação temporal de abundância dos grupos taxonômicos mais importantes e abundantes, registrados a partir dos estudos aqui desenvolvidos. Grupos de organismos muito abundantes sugerem dominância sobre grupos menos abundantes, que quando relacionados com uma elevada frequência de ocorrência, podem conduzir a perda de biodiversidade em áreas muito impactadas. Nas regiões de forte pressão antrópica são reconhecidas características de baixa diversidade específica (ESKINAZI-SANT'ANNA & TUNDISI, 1996). Essa variável ecológica não foi considerada no presente estudo, uma vez que foram adotadas formações de grupos taxonômicos mais amplos, que não

permitem estudos populacionais.

Foram confirmadas as afirmativas com relação a maior abundância de copépodos e de larvas de cracas na

região de Suape, conforme apresentados em estudos anteriores naquela área (NEUMANN-LEITÃO et al, 1992 e 2008).

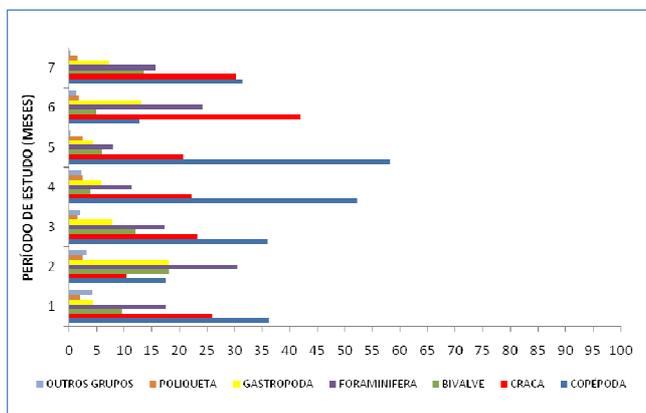


Figura 7: Abundância Relativa dos grupos taxonomicos identificados no planctos (100%)

Os copépodos foram predominantemente mais abundantes que outros grupos de organismos em todo o período de estudo. Notadamente, foram muito abundantes nos meses de dezembro/2010 e novembro/2010 (4 e 5); foram abundantes (para valores de abundância entre 30% e 50%) nos meses de agosto/2010 (1), outubro/2010 (3), e fevereiro/2011 (7); nos períodos relativos aos meses de setembro/2010 (2) e janeiro/2011 (6) os copépodos foram pouco abundantes com valores de abundância relativa em torno de 20%.

O segundo grupo que apresentou valores de abundância mais significativo foi o das cracas. Na figura 7, observa-se que as larvas desses organismos foram abundantes (abundância relativa entre 30 e 50%) somente nos meses de janeiro (6) e fevereiro (7) de 2011, sendo pouco abundantes (abundância relativa entre 30 e 10%) em agosto (1), setembro (2), outubro (3), novembro (4) e dezembro (5) de 2010.

Larvas de bivalves e de gastrópode se comportaram com mesma abundância relativa, apresentando-se

como grupos pouco abundantes (abundância relativa entre 10% e 30%) nos meses de agosto (1), setembro (2), outubro (3) de 2010 e fevereiro (7) de 2011; esses organismos foram considerados raros (abundância < 10%) nos meses de novembro (4), dezembro (5) de 2010 e janeiro (6) de 2011.

A abundância relativa de foraminíferos é um fator importante a ser considerado, pois serve como indicativo de quantidade de sedimento em suspensão, o que pode acarretar em acúmulo de sedimento nas telas do sistema de captação, causando seu entupimento. O fato de foraminífero estar presente como plâncton ocasional em abundância maior que 30% relacionam-se com o período de dragagem do Porto de Suape (FERNANDES, 2000), quando o material do fundo e levando em suspensão, reduzindo a transparência da água. Os foraminíferos foram abundantes no mês de setembro (2) de 2010 e pouco abundantes nos meses de agosto (1), outubro (3), novembro (4) de 2010, janeiro (6) e fevereiro (7)

de 2011; em dezembro/2010 (5) os foraminíferos foram raros.

A baixa abundância prevaleceu entre os poliquetas e outros grupos taxonômicos identificados nesse estudo. As pesquisas realizadas em períodos anteriores envolvendo o plâncton na região de Suape [14], [15] e em outras regiões de Pernambuco e do Nordeste do Brasil (NEUMANN-LEITÃO et al, 1994 e 2008), apontam para uma sazonalidade na abundância de copépodos e de cracas, relacionadas com períodos secos e chuvosos, mas considerando o estudo em pauta, pelo período de sua realização ter ocorrido apenas em período de estiagem, não subsidia uma análise de relação entre essas condições de tempo que caracteriza uma sazonalidade.

Os resultados tornam-se relevantes porem, quando analisamos aspectos ecológicos das relações bióticas entre os grupos mais abundantes, copépodos e cracas, que estão estreitamente relacionados com predominância de cobertura do *fouling* nas estruturas do sistema de resfriamento, onde as cracas são maioria, e se mantém pelo aporte de alimento disponibilizado pelo fluxo de água que conduz os copépodos.

O conhecimento sobre a frequência de ocorrência e abundancia relativa dos grupos taxonômicos do plâncton estudados são dessa forma fundamentais para atendimento aos objetivos comprometidos no projeto de P&D da Termope, quando permite e viabiliza o planejamento para monitoramento e controle dos organismos que crescem na tubulação, danificando a estrutura e comprometendo seu funcionamento, acarretando em danos de natureza econômica e ambiental.

CONCLUSÕES

O Estudo do Plâncton em ambientes do Sistema de Captação de água para resfriamento na usina termoeletrica de Pernambuco - Termope, PE, Brasil, consiste num importante contribuição para o monitoramento e controle da bioincrustação que consiste num dos maiores desafios na busca da eco eficiência nos processos de geração de energia por usinas termoeletricas em áreas costeiras tropicais.

Conhecendo a dinâmica ecológica local e a bioecologia dos grupos que compõem a comunidade planctônica, torna-se possível encontrar soluções efetivas para o seu controle que estejam respaldadas nas três vertentes do desenvolvimento sustentável: economicamente viável, socialmente justa e ecologicamente correta.

Os resultados apresentados nesse estudo são preliminares, mas já apontam como subsidio para elaboração de propostas de monitoramento e de controle das incrustações nas tubulações da Termope. Aliados a estudos com o bentos, que constitui o *fouling* propriamente dito e com os testes de metodologia não poluentes de combate à bioincrustação, que são etapas concomitante e posterior a pesquisa em epígrafe, poderemos consolidar uma nova estratégia de gestão com um enfrentamento sistêmico dos problemas decorrentes da instalação e operação de empreendimentos que demandam uso direto de recursos naturais com a água marinha, utilizando métodos e técnicas de controle mais eficientes e menos poluentes.

AGRADECIMENTOS

Às instituições envolvidas nessa pesquisa:

Universidade de Pernambuco – UPE: Faculdade de Ciências da Administração – FCAP/UPE; Faculdade de Formação de Professores de Nazaré da Mata – FFPNM/UPE; Faculdade Frassinetti do Recife – FAFIRE; Usina Termoeletrica de Pernambuco – Termope; Grupo Iberdrola.

Aos alunos e pesquisadores desse projeto e de outros projetos desenvolvidos pelos professores/autores desse trabalho, pela disponibilidade e empenho no desenvolvimento de suas tarefas com afinco e responsabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernardo, João Manuel. **Ecologia das populações e das comunidades**. Lisboa: Universidade Aberta. 1995.

Caley, M. J.; Carr, M. H.; Hixon, M. A.; Hughes, T. P.; Jones, G. P.; Menge, B.A. Recruitment and the local dynamics of open marine populations. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, 27: 477-500. 1996.

Cavalcanti, Eliane A. H.; Leitão, Zigrig Neumann; Vieira, Dilma A. do N. Me-zozooplâncton do Sistema Estuarino de Barra de Jangadas, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 25 (3): 436-444. 2008.

Cavalcanti, Eliane Aparecida Holanda; Larrazábal, Maria Eduarda Lacerda. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica – REVIZEE/NE II) com ênfase em Co-

pepoda (Crustacea). **Revista Brasileira de Zoologia**. 21 (3): 467–475. 2004.

ESKINAZI-SANT'ANNA, Eneida Maria; TUNDISI, José Galizia Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal. **Rev. bras. oceanogr.**, 44(1):23-33, 1996.

Farrapeira, C. M. R., Shallow water Cirripedia of the northeastern coast of Brazil: the impact of life history and invasion on biogeography. **J. Exp. Biol. Ecol.** Dói: 10.1016/j.jembe.2010.04.021. 2010.

Fernandes, Mucio Luiz Banja. Avaliação de Dois Ambientes Recifais Através de suas Macro e Megafauna Incrustante e Sedentária. **Tese** (Doutorado em Oceanografia Biológica). São Paulo: Instituto Oceanográfico – IO/USP. 2000.

Keough, M. J.; Downes, B. J. Recruitment of marine invertebrates: The roles of active larval choice and early mortality. **Oecol.**, 54: 348-352. 1982.

Margalef, R. El ecosistema en el tempo. **Ecologia**. Barcelona: Omega. 1974. p.737-788.

Nery, Patrícia Paula Coelho Felipe ; Leitão, Sigrid Neumann; Fernandes, Mucio Luiz Banja; Silva, Andréa Karla Pereira Da ; Chaves, Adilson de Castro. Recrutamento e sucessão ecológica da macrofauna incrustante em substratos no porto do Recife - PE, Brasil. **Rev. Bras. Enga. Pesca**, jan. 3(1), p. 51-61. 2008.

Neumann-Leitao, S., E.M.E. Sant'Anna, L.M. De Oliveira Gusmao, D.A. Nascimento-Vieira, M.N. Paranagua and R. Schwamborn. Diversity and distribution of the meso-

zooplankton in the tropical Southwestern Atlantic. **Journal of Plankton Research**. p.1-22. 2008.

Neumann-Leitão, S.; Gusmão, L. M. De O.; Nascimento- Vieira, D. A . Zooplâncton dos estuários dos rios Massangana e Tatuoca, Suape (PE-Brasil) . **Arq. Biol. Tecnol**, 35(2):341-360. 1992.

Neumann-Leitão, S.; Paranaguá, M. N.; Valentim, J. The planktonic rotifers of the estuarine lagunar complex of Suape (Pernambuco, Brasil). **Hydrobiologia**, 232:133-143. 1992.

Silva, Andrea Karla Pereira. Estudo qualitativo sa sucessão ecológica, recrutamento e do tratamento "antifouling" convencional em organismos in-

crustantes, na região portuária de Suape - Pernambuco, Brasil. **Tese** (Doutorado em Oceanografia Biológica). Recife: UFPE. 2003.

Silva, Andréa Pinto, Leitão, Sigrid Neumann; Schwamborn, Ralf; Gusmão, Lucia Maria De O.; Silva, Tâmara de Almeida. Mesozooplankton of an impacted bay in North Eastern Brazil. **Braz. arch. biol. technol.**, July 2004, vol.47, no.3, p.485-493

Veado, Ludmila. Variação Espaço-Temporal do Zooplâncton do baixo estuário do rio Itajaí-Açu, SC. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental). Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí. 2008.