

# ESTUDO QUALITATIVO DE SUCESSÃO DA FAUNA INCRUSTANTE SOBRE RECIFES ARTIFICIAIS EM ÁREA SOB INFLUÊNCIA DE USINA TERMOELÉTRICA EM PERNAMBUCO, BRASIL <sup>1</sup>.

Múcio Luiz Banja Fernandes<sup>2</sup>; Andréa Karla Pereira da Silva<sup>2</sup>; Gledson Fabiano de Araújo Ferreira<sup>3</sup>; Patrícia Paula Coelho Felipe Nery<sup>3</sup>; Adilson de Castro Chaves<sup>2</sup>; Joana Soares Magalhães<sup>4</sup>; José Deividly dos Santos Campos<sup>4</sup>; Priscila Lopes de Souza Oliveira<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Projeto financiado pela Termope/ ANEEL.

<sup>2</sup> Professor da Universidade de Pernambuco; <sup>3</sup> Pesquisador Convidado da Universidade de Pernambuco; <sup>4</sup> Biólogos.

## RESUMO

O projeto para estudos de implantação de sistemas de recifes artificiais em áreas costeiras, com influência de usina termoeétrica foi implantado em junho de 2007. Na oportunidade foram programadas análises sobre a fauna incrustante, fundamentalmente necessária para o estabelecimento de uma comunidade recifal. A implantação de um recife artificial em área de influência do canal de captação de água da Termope objetivará a minimização de custos operacionais de manutenção de dutos condutores de água para resfriamento na Usina Termoeétrica de Pernambuco (Termope). Além disso, esta proposta de Pesquisa e Desenvolvimento - P&D representa o primeiro passo para recomposição de estoques de fauna bentônica e nectônica na região portuária de Suape. Nessa etapa da pesquisa foram realizados levantamentos e acompanhamento dos primeiros estágios de sucessão ecológica de organismos incrustantes da região de Suape que apontou algas filamentosas como colonizadora primária, sendo substituída por colônias de octocorais e hidrozoários. Durante o processo sucessório, outros grupos de organismos como briozoários, cracas e ascídias coloniais recrutaram os espaços disponíveis, sem, contudo haver substituição completa de um grupo por outro. que demonstraram ser aquele ambiente costeiro, uma rica e equilibrada área, com condições de respostas imediatas ao processo de instalação de recifes artificiais como medida de compensação ambiental, para a região do Complexo Industrial Portuário de Suape.

**PALAVRAS-CHAVE:** recifes artificiais; desenvolvimento sustentável; usinas termoeétricas; ecologia de organismos incrustantes marinhos.

## ABSTRACT

The project studies for deployment of artificial reefs in coastal areas, with the influence of thermoelectric plant were installed in June 2007. On the occasion was planned analysis of the fouling fauna fundamentally necessary for the establishment of a community reef. The implantation of an artificial reef in the area of influence of the canal water abstraction Termope shall target of minimizing operating costs for maintenance of ducts for cooling water in the Thermoelectric Power Plant of Pernambuco (Termope). Moreover, this proposed Research and Development - R & D represents the first step to rebuilding of inventories of benthic fauna in the region and nektonic Port Suape. At this stage of the research surveys were carried out and monitoring the early stages of ecological succession of encrusting organisms in the region indicated that Suape filamentous algae as primary colonizers,

being replaced by colonies of octocorals and hydrozoans. During the succession process, other groups of organisms such as bryozoans, barnacles and colonial ascidians recruited spaces available, but without having complete substitution of one group by another which proved that the coastal environment, an area rich and balanced, with conditions of immediate responses to the process of installation of artificial reefs as a means of environmental compensation for the region of Port and Industrial Complex Suape.

**Key-word:** Artificial reefs; Thermoelectric Power; encrusting organisms; Suape harbor.

## INTRODUÇÃO

Uma diversidade de linhas de pesquisas vem se desenvolvendo desde a década de 70 com organismos incrustantes. Em ecologia, esses estudos focalizam a dinâmica no processo de colonização dos organismos ao longo do tempo e em busca do entendimento da estrutura da comunidade. Os primeiros estudos relacionados com comunidades bentônicas de substratos artificiais consolidados buscavam entender os processos interativos entre os componentes das comunidades incrustantes e o seu meio. Giordano (2001) agrupou os trabalhos clássicos sobre sucessão ecológica em comunidades bentônicas de substratos consolidados em duas categorias: os que enfatizam as diversidades das comunidades já estabelecidas e os que enfatizam as estratégias de ocupação do substrato pelas larvas. A primeira categoria inclui os estudos realizados com o objetivo de explicar os padrões de diversificação de espécies ao longo do tempo em comunidades bentônicas. Na segunda categoria, considera-se a estratégia da dispersão por meio de larvas entre as espécies bentônicas, aliada a influência dos mecanismos envolvendo as fases precoces da vida dos seres, no processo sucessório de comunidades bentônicas e no estabelecimento da diversidade. No litoral pernabucano, destaca-se a pesquisa de Nery et al (2008) que desenvolveu estudo de padrões de recrutamento em diferentes substratos artificiais no Porto da cidade do Recife.

Em áreas como Ciência e Tecnologia, o interesse maior volta-se para o desenvolvimento de alternativas de produtos “anti-fouling” menos danosos ao ambiente e de maior eficiência no combate às aderências biológicas sobre superfície de estruturas submersas construídas pelo homem.

Para estudos de viabilidade de recifes artificiais, que refletem exatamente um propósito antagônico ao de tecnologias anti-incrustantes, as pesquisas tem direcionamento voltado para uma forma mais eficiente de formação de comunidades incrustantes. Mesmo reconhecendo a essencialidade da comunidade incrustante na formação dos recifes artificiais, um enfoque muito maior tem sido dado aos estudos dos parâmetros físicos como correntes, profundidade, tipo de substratos e, no que se refere a aspectos biológicos, a possibilidade de atração de peixes é o aspecto mais corriqueiramente motivador. Logicamente a comunidade incrustante que se estabelece nesses recifes é fundamental para garantir um sistema recifal, mas não tem sido comumente estudados como base para o conhecimento necessário à instalação de recifes artificiais, o que reflete o caráter inovador dos estudos considerados nesse trabalho.

Estudos mostraram não haver diferenças relacionadas com a estrutura entre recifes naturais e artificiais (PERKOL-FINKEL & BENAYAHU, 2005). Tais características passam a mostrar alguma diferença na composição da comunidade somente após muitos anos. Os autores inferem uma elevada diversidade nos recifes artificiais próximos a recifes naturais, sobretudo quando se trata de invertebrados marinhos.

Seja qual for o enfoque da pesquisa com organismos incrustantes, um consenso pode ser identificado: os recifes artificiais são importantes componentes utilizados na recuperação de áreas costeiras impactadas.

Em áreas tropicais onde há um significativo aporte de nutrientes aliados a uma estabilidade térmica e intensa luminosidade, elevam significativamente a biomassa e o estabelecimento de larvas com eficiente recrutamento e desenvolvimento de uma comunidade incrustante. No caso do Litoral

Pernambucano, onde uma linha de recifes costeiros protege a Costa, há uma elevada concentração da comunidade bentônica que recrutam e se desenvolvem sobre substratos naturais consolidados.

Para o Nordeste, e especificamente no litoral pernambucano, a implantação de estruturas como recifes artificiais ganham outras dimensões do ponto de vista de reparo de espaços consolidados naturais perdidos em decorrência de impactos causados pelo desenvolvimento social e econômico. É significativo e imperativo, investir na reposição de recifes como substrato consolidado na perspectiva de compensação ambiental. Esses são fatores preponderantes para a tomada de decisão quanto à instalação de empreendimentos que demandam a captação de águas costeiras em áreas de elevada biomassa marinha, como no caso específico da Usina Termoelétrica de Pernambuco -Termope, instalada no Complexo Industrial Portuário de Suape, litoral sul de Pernambuco. Outro importante aspecto decorre da perda de áreas de recifes naturais, que ocorreram na fase de instalação do Complexo Industrial Portuário de Suape (SILVA et al, 2010). Dessa forma, o presente trabalho constitui a etapa de estudo qualitativa da composição da comunidade incrustante marinha em seus primeiros estágios sucessionais na área de influência da Usina Termoelétrica, tendo como objetivos o desenvolvimento de estudos para implantação de recifes artificiais na área do entorno da Termope; a realização de estudos sobre os processos de sucessão ecológica da fauna incrustante do litoral pernambucano, na região portuária de Suape; a identificação das taxas de recrutamento dos bioincrustantes em diferentes tipos de substratos; o acompanhamento da distribuição e crescimento do bentos em substratos consolidados na localidade de estudo; a definição de espécies indicadoras da qualidade ambiental na área de implantação de recifes artificiais; a identificação de áreas para implantação recifes

artificiais como compensação biológica diante de possíveis ações de impactos pelo sistema de captação de água da Termope e a definição de modelo mais adequado do Recife Artificial para a Região.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa insere-se numa modalidade qualiquantitativa, que caracteriza-se por estudos de levantamento de componentes biológicos da comunidade incrustante sobre estruturas construídas pelo homem, através de análise de recobrimento de placas metálicas e de concreto fixadas em estrutura de suporte submersa.

A metodologia aplicada foi baseada em análise de recrutamento de larvas e acompanhamento do processo de estabelecimento da comunidade incrustante através da instalação de placas, confeccionadas em concreto e metal, fixadas em pontos previamente escolhidos, para acompanhamento mensal, durante os primeiros seis meses de estudo (SILVA et al, 1980).

Nas atividades de campo, a montagem do experimento incluiu o uso de placas com dimensões de 20cm de altura e 10cm de largura, sendo as de metal 0,5cm de espessura e as de concreto, mais grossas, com 2 cm de espessura. Essas placas foram instaladas em estruturas de madeira (figura 1), presas em trilhos de alumínio (figura 2). Essa estrutura foi apoiada em flutuadores, presos em rochas próximas ao local de instalação do experimento. Foram montadas duas plataformas flutuantes, contendo as placas de concreto e placas de metal, destinadas a estudos de recrutamento, sendo retiradas mês a mês e imediatamente substituídas por placas limpas, no decorrer da pesquisa; e placas de sucessão, de caráter cumulativo, sendo retiradas mensalmente sem substituições.

Foram montadas duas plataformas para sustentação de placas que serviram de base para o recrutamento das larvas do organismos incrustantes.



Foto: Múcio Banja

#### suporte das placas experimentais

Duas estruturas de suporte foram montadas, sendo uma localizada na entrada do canal de captação de água da Termope (plataforma externa), e a outra no interior do canal (plataforma interna). As placas foram encaixadas e fixadas em suporte de alumínio (trilhos) instalados a 2m de profundidade em relação à superfície da água. A plataforma localizada no interior do canal, pela supressão de flutuantes, foi submergida, e a estrutura passou a estabelecer contato direto com o fundo.

As placas retiradas foram conduzidas em sacos plásticos dentro de isopor com gelo para o Laboratório de Estudos Ambientais da Faculdade de Formação de Professores de Nazaré da Mata, da Universidade de Pernambuco, para análise de cobertura e estudos da taxonomia dos grupos biológicos encontrados.

A cobertura das placas foi estimada mensalmente com o auxílio de quadrado de acrílico, medindo 10x10 cm, subdividido em 100 quadrículas de 1x1 cm, formando 81 interseções. A leitura de dados ocorreu através de análise de contato dos organismos incrustantes nas interseções dos subquadrados da placa de leitura (figura 3).

Durante o período de estudo foram realizadas observações à cerca do recrutamento mensal e da dinâmica dos processos sucessórios, avaliando a frequência de ocorrência, a

abundância relativa e a variação quantitativa das espécies e grupos que ali se estabeleceram. Através de análise multivariada pode-se determinar as interações entre os grupos, tanto no recrutamento como ao longo da sucessão, verificando as afinidades entre os taxa e também entre as amostras.

A resposta dos organismos incrustantes quanto a preferência por tipo de substrato (concreto ou metal) foi comparada com o comportamento desses mesmos componentes faunísticos nos dois experimentos instalados no interior e fora do canal de captação.

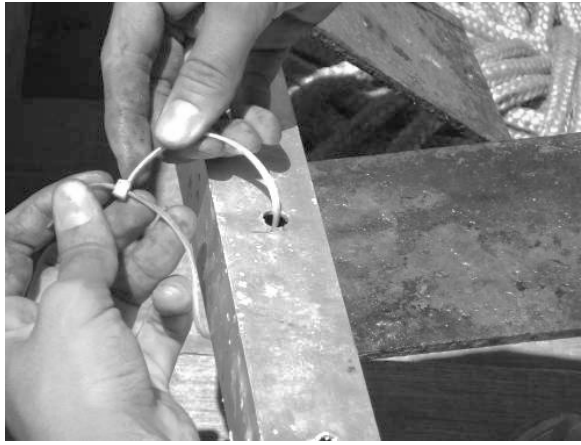


Foto: Múcio Banja

ção dos trilhos de suporte das Placas.



Foto: Múcio Banja

ção analisadas sob microscópio estereoscópico.

Foram considerados como organismos incrustantes aqueles animais sésseis da macro e megafauna, além de micro e macroalgas que, sobre a superfície da placa, crescessem em colônias ou isoladamente, mantendo relações bióticas e abióticas dentro da comunidade.

Para os dois lados em cada uma das placas, uma planilha em papel foi reproduzida, representando os espaços delimitados pela placa reticulada, definindo o percentual de cobertura por cada taxa, sendo preenchida pelos códigos identificadores dos organismos que ocuparam os espaços, incluindo os referentes a espaços vazios.

O número total de contatos para cada espécie e em cada placa foi calculado em percentual, tendo sido estimado o valor médio por espécie nas 78 placas, separadas em cada tipo de tratamento. Considerando que o total de subquadrados por placa é 100, os números absolutos de contatos expressam o próprio recobrimento percentual na área da placa delimitada para estudo.

De posse desses dados, foi construída uma planilha que favoreceu o cálculo dos índices de frequência de ocorrência, abundância relativa a cada filo ou classe e variação quantitativa por espécie ou grupo de afinidade.

Em cada grupo de placas foi calculado o percentual de ocorrência de cada taxa, sendo construída uma matriz de dados brutos que serviram de base para a realização das análises qualitativas e quantitativas dos resultados obtidos.

O material estudado foi separado ao nível de grandes grupos, sendo posteriormente identificados de acordo com a literatura pertinente. A Composição da comunidade em cada placa foi comparada com base nos cálculos de recobrimento de espécies e de grupos nas placas de concreto e de metal.

A frequência de ocorrência de cada espécie ou grupo foi estimada a partir da observação de sua ocorrência em cada amostra, independente do percentual de recobrimento por ela apresentada.

A abundância relativa foi estimada a partir de grandes grupos zoológicos reunidos ao nível de Filo ou unidade taxionômica imediatamente inferior, reunidos em gráfico onde se vislumbrou o percentual de ocorrência dos grupos, em cada coleta e de acordo com os dois tipos de

substratos (concreto e metal), nas duas áreas de estudo.

A variação quantitativa expressou, através de gráficos, as oscilações entre as espécies e grupos de espécies ocorrentes ao longo do período de experimento, em placas de metal e concreto. A análise desta variação permitiu definir um processo de sucessão ecológica entre os grupos, além de uma associação entre os parâmetros abióticos e seu comportamento na evolução sucessória nas placas.

Para obtenção dos valores sobre a diversidade e equitabilidade ao longo dos perfis estudados foi utilizado o programa computacional "Ecologic", que apresenta várias opções de cálculos para índices ecológicos. No caso dos estudos sobre o bentos marinho, utilizou-se o índice padrão para macrofauna bentônica e os valores foram baseados nos índices de Shannon, com logaritmo em base 2. Os valores em bits encontrados foram baseados nos de pobreza ou riqueza (FERNANDES, 2000).

#### RESULTADO E DISCUSSÃO

Os estudos realizados para o desenvolvimento de recifes artificiais próximos a usinas termelétricas localizadas em regiões marítimas. Teve em sua primeira fase, a pesquisa sobre aspectos bio-ecológicos da comunidade incrustante sobre estruturas artificiais submersas na área de influência do sistema de captação de água pela Termope. Durante os doze meses de estudo, realizou-se as atividades de escolha da localidade de estudo, confecção e instalação da estrutura contendo as placas de experimento, observação e acompanhamento da comunidade incrustante em outros substratos na área de influência do experimento, coletas e análise de material. A tabela abaixo expressa através de cronograma de atividades toda a movimentação das atividades realizadas em campo durante a vigência da pesquisa, de junho de 2007 a maio de 2008.

Na presente pesquisa, as duas áreas escolhidas para instalação das plataformas do experimento apresentavam características hidrológicas semelhantes, no que se refere a parâmetros fundamentais como salinidade, temperatura, e profundidade, uma vez que reconhecendo a influência desses fatores sobre a dinâmica de recrutamento, sucessão e

estabelecimento do fouling, optou-se por uma postura de neutralidade desses parâmetros de modo a não influenciar nos estudos essencialmente bio-ecológicos aqui considerados. Aspectos relacionados com fatores abióticos remontam aos estudos iniciais sobre “fouling”, quando a diversidade e biomassa das comunidades incrustantes são fortemente influenciadas pelas condições mesológicas (FERNANDES, 2000), considerando que, em regiões tropicais, onde a temperatura das águas é mais elevada e com pouca variação sazonal, observa-se um contínuo processo de colonização por parte dos organismos incrustantes, o que proporciona uma rápida sucessão ecológica e, conseqüentemente, uma elevada biomassa. Além da temperatura, outros fatores físicos e químicos da água são também considerados no desenvolvimento de uma comunidade incrustante sublitoral. Neste aspecto, destaca-se um trabalho pioneiro que apontou a salinidade como elemento atuante diretamente na distribuição das espécies e fixação das larvas (STRAUGHAND, 1967). Estudos realizados na região portuária de Suape já confirmavam uma

estabilidade tanto na temperatura como na salinidade, com variações sazonais pouco significativas quando se refere áreas tão próximas como é o caso das duas áreas escolhidas para instalação desse experimento (SILVA 2003; FERNANDES, 2000). Observou-se, porem, que no canal de captação as condições hidrodinâmicas de mostraram mais amenas, pois a morfologia do canal permite o estabelecimento de águas mais tranquilas. Sobre essa variável ambiental, há de se considerar que a energia e movimento de água parecem afetar significativamente a composição de uma comunidade incrustante (SUTHERLAND, 1980; ORTEGA, 1981). Esse aspecto direcionou nos resultados, uma diferença na composição, abundância e freqüência de ocorrência de alguns grupos constituintes do “fouling”, nas placas de estudo. A proximidade do fundo também é um fator físico a ser considerado na análise dessas diferenças, uma vez que, o experimento instalado na área interna do canal de captação foi afundado, ficando em contato direto com o fundo, ao contrário do experimento situado na área externa que ficou suspenso, a 2m da superfície da água (figura 4)

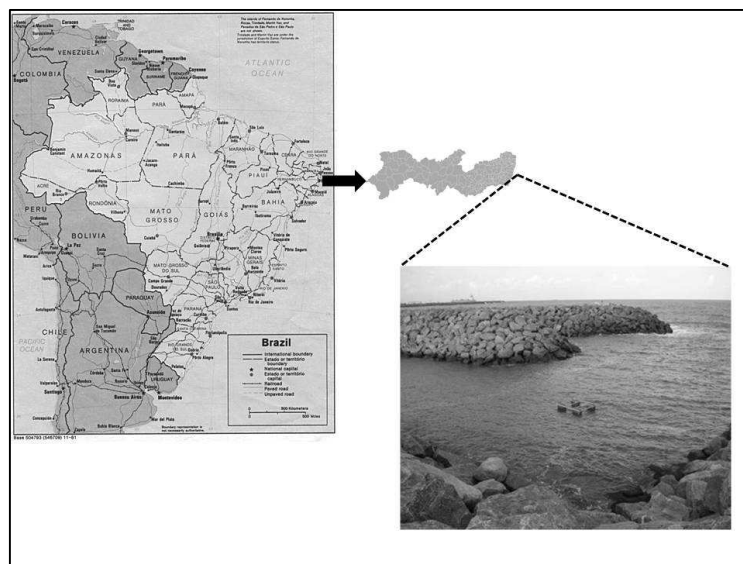


Figura 4: localização da plataforma na área externa do canal de captação de água da Termope, PE, Brasil

Na análise da dinâmica temporal de recobrimento do substrato pelo "Fouling", os estudos qualitativos de comunidades incrustantes enfatizam análise de sucessão primária e dinâmica temporal da comunidade, baseado em monitoramento freqüente, de curto, médio e longo prazo. São as condições ambientais de cada local podem conduzir em um prazo de duração em cada pesquisa de campo (GIORDANO, 2001). Um período de quatro semanas pode ser suficiente para se verificar o recrutamento larval sobre substratos submersos em diferentes períodos de tempo (SUTHERLAND & KARLSON, 1977). Recentemente, outros pesquisadores consideraram que para análise de recrutamento e sucessão, dois anos é que são suficientes para definir as taxas de recrutamento e as fases sucessionais da comunidade incrustantes em áreas tropicais Perkol-finkel & Benayahu (2005), mas em condições de estabilidade de parâmetros hidrológicos, sem variação significativa ao longo do ano e com taxa persistente de recrutamento e estabelecimento da comunidade incrustantes em painéis experimentais (SILVA, 2003).

O presente estudo mostrou em seis meses de acompanhamento, uma continuidade entre os grupos que ocuparam as placas e aqueles que recobrem o suporte e outros substratos consolidados das proximidades. Na fase inicial do processo de recrutamento e sucessão de organismos incrustantes, verificou-se uma série de perturbações extrínsecas que dificultaram uma análise segura dos processos. As análises realizadas nas placas de concreto e metal viáveis para o estudo, porém, mostraram um padrão de recrutamento e de sucessão coerente com os resultados obtidos nos trabalhos anteriores realizados na mesma área de influência (SILVA, 2003)

Na Análise qualitativa dos componentes da comunidade incrustante e seus processos de sucessão, a coleta realizada nos seis meses decorridos do estudo, verificou-se que haviam espaços vazios em todas as placas de concreto e de metal, em ambas as plataformas, mas que seu percentual de recobrimento diminuiu na medida em que avançou o processo sucessório. Os espaços vazios representaram o terceiro componente mais freqüente nas análises realizadas, que foram gradativamente cedendo

lugar para os organismos que constituem a etapa inicial de colonização do substrato. As fases iniciais de colonização de substratos submersos na água são compostas predominantemente por bactérias, protozoários, diatomáceas e algas. Estes três últimos recrutam lentamente, atingindo seu desenvolvimento máximo depois de alguns dias ou semanas (SILVA, 2003). Reconhece-se uma película inicial de recobrimento, constituída por bactérias e detritos; seguido de um recobrimento primário, constituído por protozoários, diatomáceas, bactérias, detritos e, eventualmente, por reduzida quantidade de macrorganismos (copépodes, cirrípedes, poliquetas). O recobrimento secundário corresponderia ao "fouling" propriamente dito e designaria comunidades incrustantes que se desenvolvem sobre substratos, quando submersos por períodos prolongados.

Estudos realizados na reação de Suape por Silva (2003) e mais tarde por Silva et al (2009) registram um recobrimento primário, formado exclusivamente por colônias de diatomáceas, que inferem sobre as condições de luminosidade e teor de oxigênio no período de desenvolvimento das diatomáceas como favoráveis. Outras pesquisas demonstram que, num processo inicial de colonização de um substrato fixo, a colonização por eucariontes unicelulares envolve a chegada de fungos, protozoários e diatomáceas, com uma evidente dominância quantitativa deste último. Esta fase se inicia vários dias após a imersão do substrato limpo e em relação às bactérias pode-se distinguir entre as formas de sucessão, as pioneiras e as tardias. As diatomáceas se fixam por secreção de muco, podendo formar coberturas densas em grandes áreas do substrato e contribui significativamente para a evolução química/biológica do substrato (WAHL, 1989). Caso semelhante a este ocorreu no presente estudo onde o primeiro colonizador sobre as placas de concreto e metal foi a diatomácea *Nitzschia martiana*, que formou um denso tapete, cobrindo em média 50% do espaço disponível para a colonização, após o qual se fixaram os organismos eucariontes multicelulares.

O recobrimento inicial nas placas constitui em fator decisivo para o direcionamento



da comunidade incrustante que se segue ao recobrimento inicial.

O recobrimento secundário corresponderia ao "fouling" e designaria comunidades incrustantes que se desenvolvem sobre substratos, quando submersos por períodos prolongados (PERSOONE, 1971). Em nosso estudo, o Limo constituiu o elemento que primeiro se estabelece sobre as placas, de modo similar nas duas plataformas e nos dois tipos de placas. Esse Limo é constituído predominantemente de sedimento fino resultante de depósito de material em suspensão, e apresentam, numa análise microscópica uma diversidade de bactérias, protozoária e microalgas.

Nesse trabalho, observa-se que o grupo de microalgas, representou abundância relativa em torno de 30% em placas de concreto, e foram um pouco menos abundantes em placas de metal, sobretudo nos dois primeiros períodos de coleta. Sua abundância foi diminuindo nas duas últimas coletas, mas não estiveram ausentes em nenhum período.

Os invertebrados sésseis estiveram representados pelos Cnidários hidrozoários e pelos Octocorais que ocorreram nas placas de metal e de concreto, mas somente no terceiro e quarto meses de estudo. Os cnidários que recrutaram as placas experimentais durante o período de estudo possuíam dimensão e desenvolvimento ainda insuficientes para permitirem um maior aprofundamento em níveis taxonômicos mais restritos, assim como os Briozoa, que foram pouco freqüentes, tendo sido registrados em placas de concreto externas nas coletas 2 e 3, e em placas de metal da plataforma interna durante a coleta três onde obteve uma abundância de 6,2%, sendo esse o maior percentual alcançado.

Poliquetas foram freqüentes nas placas de concreto e de metal internas, não ocorrendo em nenhuma das placas da plataforma externa. Sua abundância foi pouco significativa, não ultrapassando o percentual de 3,7%. Estudos realizados na localidade afirmam que o padrão de ocorrência de poliquetas na área portuária de Suape, são típicos (SILVA, 2003), com uma considerável freqüência de ocorrência de serpulídeos, porém com baixa densidade na maior parte do período estudado.

Já os crustáceos foram representados pelas cracas (cirrípedes), cujos recrutas se estabeleceram em placas de concreto e de metal da plataforma externa e em placas de concreto interna. Sua freqüência e abundância foram baixas durante todo o período de estudo considerado.

Dentre as Ascídias, registrou-se alguns esboços de colônias em placas de concreto da plataforma interna. Recrutas de *Didemnum psammathodes* foram registrados em placas de metal das plataformas externa e interna no terceiro mês de coleta, e em placas de concreto e metal da plataforma interna, onde teve sua mais expressiva abundância: 24,7%. Outras ascídias coloniais foram ainda registradas, mas não apresentaram estrutura passível de identificação. O grupo das ascídias representa o mais importante em estágios iniciais de sucessão ecológica, com papel mais secundário como epibionte, nas últimas etapas do processo de sucessão. (ROCHA, 1988; 1981). O papel das ascídias no desenvolvimento da comunidade varia de acordo com o lugar, com as espécies presentes e suas características intrínsecas, destacando-se os mecanismos reprodutivos, velocidade de crescimento e forma do corpo (LOTUFO, 1997)

Para o litoral de Pernambuco, esta pesquisa constitui a continuidade dos estudos iniciados em 1996, que constituíram marcos iniciais para o estudo dos fenômenos relacionados com comunidades epibênticas sobre substratos naturais e artificiais, sob influência antrópica (SILVA, 2003; FERNANDES, 2000).

Na análise da diversidade, como mostram as figuras 5 e 6, a diversidade foi mais elevada nas placas localizadas na área externa do canal de captação. Placas de concreto apresentaram maior diversidade do que as de metal, nas duas áreas estudadas. Tanto os substratos de concreto como de metal tiveram aumento na diversidade no quinto mês de estudo, na área externa do canal.

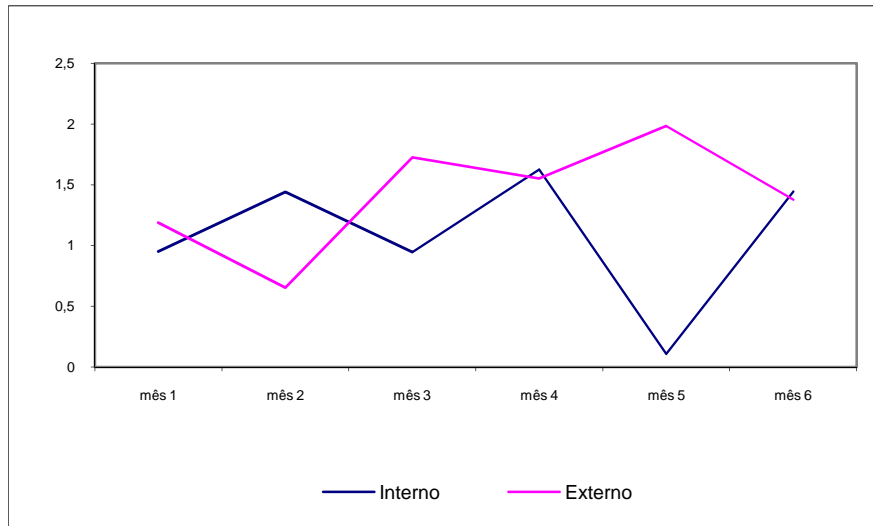


Figura 5. Análise da biodiversidade em placas de concreto nos painéis experimentais instalados na parte interna e externa do canal de captação da termope. PE-Brasil.

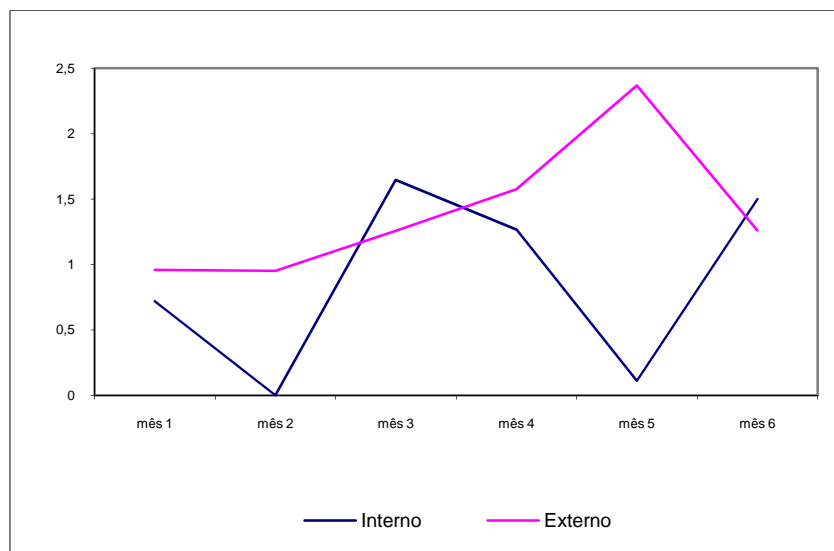


Figura 6: Índice de diversidade nas placas de metal

Isso sugere um incremento de recrutas nessa área, o que favorece a idéia de que o desenvolvimento do “fouling” é mais eficiente em áreas de maior hidrodinamismo. Os parâmetros abióticos físicos como o grau de exposição às ondas e a disponibilidade do como substrato para colonização, bem como a influência do substrato consolidado adjacente são os elementos mais importantes para o estabelecimento de uma comunidade incrustante sendo a oferta de nutrientes um fator secundário a ser considerado (WAHL, 1989)14]. Dessa forma, não apenas a temperatura é apontada como principal fator que controla a atividade reprodutiva dos invertebrados marinhos (LOTUFO, 1997). Fatores como o fotoperíodo, disponibilidade de alimento e regimes hidrodinâmicos, que é o fator analisado em nosso estudo, são também muito importantes. Em localidades onde a temperatura e a salinidade se apresentam estáveis ao longo de todo o ano, assim como o fotoperíodo, a exemplo da região de Suape, o hidrodinamismo pode apresentar maior importância nos aspectos reprodutivos que direcionam o estabelecimento de uma comunidade bentônica marinha (SILVA, 2003).

Na análise da abundância relativa e de acordo com o que mostra as figuras 7, 8, 9 e 10, pode-se observar os grupos de organismos que colonizaram os substratos dos dois tipos de placa na área interna e externa do canal de captação de água da termope. De um modo geral, as placas de metal e concreto da plataforma externa apresentaram grupos de organismos com abundância semelhante às das placas de concreto da plataforma interna. No primeiro mês de estudo, os quatro grupos de placas apresentaram predomínio de limo e de espaços vazios. O limo dominou 60% do espaço nas placas de metal da plataforma interna, com proporções semelhantes (aproximadamente 30%) nos demais conjuntos, onde a dominância relativa esteve para os espaços vazios (entre 40% e 60%). Perturbações adversas impossibilitaram a análise das placas de metal da plataforma interna no segundo mês de estudo, período em que a dominância esteve para o limo nos demais conjuntos de placas. Espaços vazios foram pouco dominantes; em placas de concreto da área interna onde surgem recobrimientos por algas calcáreas em valores de 10%.

O terceiro mês de estudo verifica-se decréscimo na dominância dos grupos pioneiros, conduzindo ao aparecimento de algas calcáreas também nos dois conjuntos de placas da plataforma externa. Nas placas de metal internas verificouse representantes de macroalgas diversas, mas com predomínio de limo e espaços vazios. No quarto mês de estudo as algas são dominantes em placas de concreto da plataforma externa (60%), compartilhando sua dominância com limo nas placas de metal externa e de madeira interna. As placas de metal internas tiveram dominância de espaços vazios (55%), compartilhadas com limo e ascídia *Didemnum psamathodes*.

O quinto mês de estudo ocorre uma expressiva diferença entre as placas localizadas na plataforma interna e as placas situadas na plataforma externa. Com dominância absoluta da ascídia *Didemnum psamathodes*, sem que fosse registrada sequer, a presença desse organismo nas placas da plataforma externa. Sobre esse aspecto busca-se explicações através de observações “in loco”. Foi registrada uma significativa presença de colônias dessa espécie povoando substratos consolidados nas proximidades do experimento, o que favoreceu a fixação e recrutamento das larvas sobre as placas. Esse fenômeno é favorecido sobretudo pela característica lântica das águas no interior do canal de captação, e repercutiu significativamente sobre a queda da diversidade nesse período de estudo.

O sexto e último mês de estudo constatou-se um declínio da abundância de *Didemnum psamathodes*, com favorecimento à ocorrência macroalgas e algas filamentosas. Estas foram dominantes nas placas de concreto das plataformas externa e interna, e nas placas de metal externas a dominância esteve para o limo.

Quando se analisa o comportamento da abundância dos organismos mês a mês, é válido salientar que o estudo de organismos incrustantes deve ser realizado após o recrutamento, uma vez que é extremamente difícil estimar a taxa de indivíduos que se estabelecerão quando ainda estão na forma planctônica (HADFIELD, 1986). São levantadas algumas hipóteses a cerca do padrão de recrutamento de invertebrados sésseis em várias escalas sob o ponto de vista espacial e temporal:

1. A distribuição das larvas na coluna líquida é casual, e a variação no recrutamento de substratos (painéis) pode ser explicada por mera casualidade ou pelo comportamento individual das espécies no momento da fixação. 2. As espécies não apresentam preferência de tamanho de substrato para recrutar. 3. O padrão de recrutamento não difere muito entre indivíduos de uma mesma espécie no plano espacial ou temporal. O recrutamento ocorrendo de modo casuístico pode explicar as diferenças que ocasionalmente ocorreram entre as placas de concreto e metal temporal como espacial. No experimento de recrutamento foi possível observar que não existe uma grande variação entre as placas dos diferentes tipos, havendo mesmo uma semelhança considerável entre placas de metal ou concreto.

Embora a diversidade tenha sido maior e conseqüentemente a dominância foi menor em placas de concreto. Observou-se diferenças pouco consideráveis entre faces diferentes de uma mesma placa.

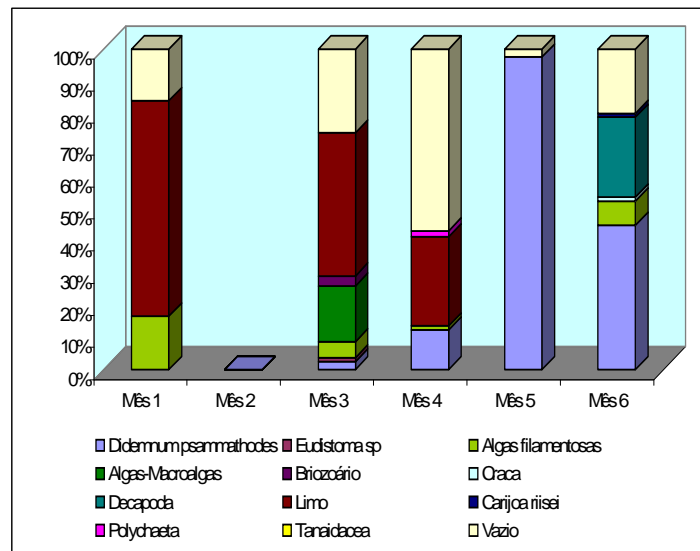


FIGURA 7.: ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS PLACAS DE METAL NA PLATAFORMA EXTERNA

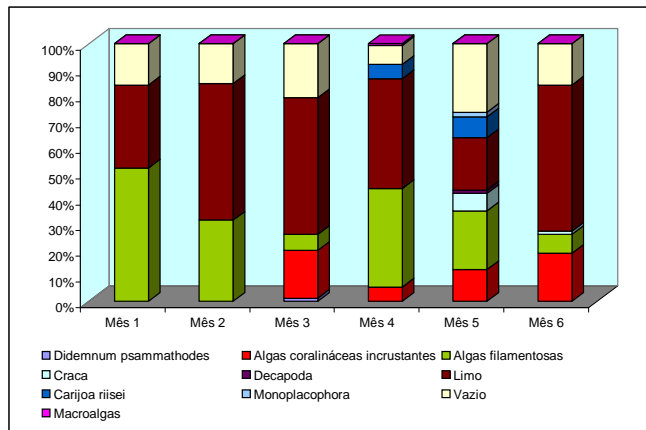


Figura 8.: Abundância relativa das placas de concreto na plataforma externa

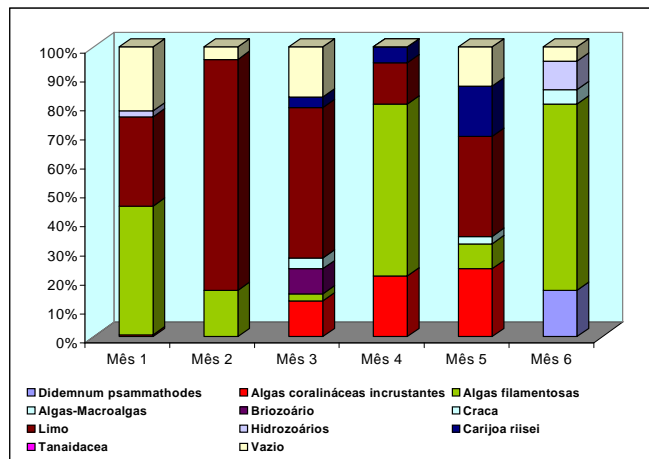


Figura 9: Abundância relativas das placas de metal na plataforma interna

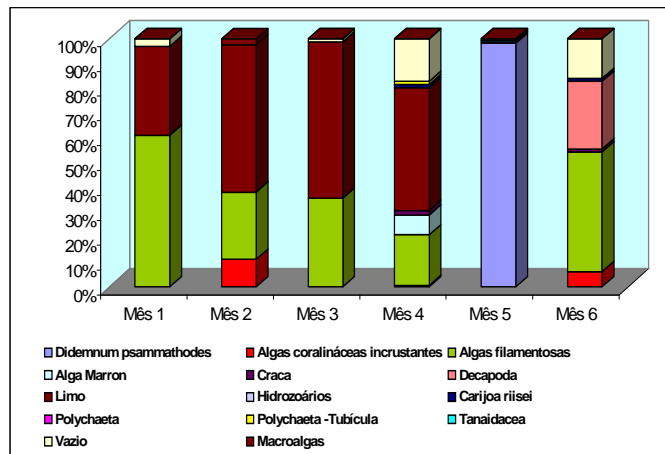


Figura 10.: Abundância relativa das placas de concreto na plataforma interna

Ao analisar a frequência de ocorrência dos grupos de organismos incrustantes, verifica-se que em todos os tipos de placa os espaços vazios estiveram presentes, com exceção do quarto mês de estudo em placas de concreto internas. O limo foi também um componente freqüente, principalmente nos três meses iniciais de estudo, não sendo identificado nos meses finais, nas placas de concreto e metal internas e nas placas de concreto externa. Um componente freqüente em todos os meses de estudo foi a alga filamentosa. Em placas de concreto e de metal da plataforma interna a alga não foi verificada no quinto mês de estudo. A frequência de ocorrência de um maior número de grupos de organismos num mesmo período de tempo e num mesmo substrato, repercute sobre a redução na abundância relativa e no aumento da diversidade. Algas coralíneas foram freqüentes nos dois grupos de placas na plataforma externa, mas não foi identificada em placas de metal da plataforma interna, sendo ainda pouco freqüente nas placas de concreto dessa mesma localidade.

Depois de estabelecidos os estágios de colonização inicial do "fouling", a comunidade é envolvida continuamente por mecanismos tais como distúrbios, facilitação, inibição, tolerância, etc. Existe um estabelecimento seletivo da larva que pode ser observado através da frequência de ocorrência de espécies recrutadas. Algumas larvas podem se fixar em superfícies fisicamente limpas, mas numerosas larvas, preferencialmente se fixam em substratos já condicionados por uma, duas ou três fases de colonização. Fala-se sobre a predileção por filmes por superfícies já encobertas pelo menos, por um filme microbiano (SILVA, 2003).

Em estudos realizados na área de influência desse estudo: a região de Suape, verificou-se uma frequência de ocorrência nos recifes areníticos, onde foram listadas as espécies incrustantes e sedentárias daquela localidade, citando três espécies de poríferos, trinta espécies de cnidários, treze espécies de moluscos, nove espécies de equinodermes e duas espécies de ascídias (Fernandes, 2000). Em estudos com "fouling", na mesma área não foi observada nenhuma espécie de poríferos recobrando as placas submersas (SILVA, 2003) comportamento que se repetiu no presente trabalho.

#### CONCLUSÕES

O estudo qualitativo da comunidade incrustante tem repercussão direta na tomada de decisão que direcionará a implantação do recife artificial pela Termope, uma vez que a análise da biota durante a fase inicial do processo de sucessão, com quatro períodos de acompanhamento de recrus demonstraram um desenvolvimento satisfatório de uma comunidade incrustante que tem condições de dar suporte ao desenvolvimento do ecossistema recifal.

Depois de estabelecidos os estágios de colonização inicial do "fouling", a comunidade é envolvida continuamente por distúrbios como facilitação, inibição, tolerância, entre outros.

#### REFERÊNCIAS

- Fernandes, M. L. B. 2000. Avaliação de dois ambientes recifais do litoral de Pernambuco, através das suas macro e mega faunas incrustantes e sedentárias. Tese: Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 165 pp. 2000.
- Giordano, F. 2001. Colonização de placas de "fouling" no estuário de Santos (Santos-SP): análises transicional e de sensibilidade complementando a abordagem baseada em recobrimentos específicos e diversidade. Tese: doutorado. São Paulo: USP 159 p. 2001.
- Hadfield, M. G. 1986. Settlement and recruitment of marine invertebrates: a perspective and some proposals. Bull. Mar. Science. v. 39. n. 2. p. 418-425. 1986.
- Lotufo, T. M. C. 1997. Ecologia das ascídias da Baía de Santos (SP): Período reprodutivo, crescimento e aspectos sucessionais. Dissertação: Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 113 pp. 1997.
- Keough, M. J. 1983. Patterns of recruitment of sessile invertebrates in two subtidal habitats. J. Exp. Mar Biol. Ecol. v. 66. p. 213-245. 1983.
- Nery, P.P.C.F.; Leitão, S. N. ; Fernandes, M. L. B. ; Silva, A.K.P.; Chaves, A.C. Recrutamento e sucessão ecológica da macrofauna incrustante em substratos no porto do Recife - PE, Brasil.. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, v. 3, p. 51-61, 2008.
- Ortega, S. 1981. Environmental stress, competition and dominance of *Crassostrea cirginica* near

- Beaufort, North Carolina, USA. Mar. Biol. v. 62. p. 47-56. 1981.
- Perkol-Finkel, S.; Shasar, N.; Benayahu, Y. 2005. Can artificial reefs mimic natural reef communities? The roles of structural features and age. Marine Environmental Research. 2005. [www.elsevier.com/locate/marenvrev](http://www.elsevier.com/locate/marenvrev)
- Persoone, G. 1971. Ecology of fouling of submerged surfaces in a polluted harbour. Vie et Milieu. v. 22. n. 2. p. 613-636. 1971.
- Rocha, R. M. 1988. Ascídias coloniais do Canal de São Sebastião, SP: Aspectos ecológicos. Dissertação: Mestrado. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 133 pp. 1988.
- Rocha, R. M. 1991. Replacement of the compound ascidian species in a southeastern Brazilian fouling community. Bolm. Inst. Oceanogr. Sao Paulo. v. 39. n. 2. p. 141-153. 1991.
- Silva, A. K. P. 2003. Estudo qualitativo da sucessão ecológica, recrutamento e do tratamento "anti-fouling" convencional em organismos incrustantes, na região portuária de Suape – Pernambuco, Brasil. Tese: doutorado. Recife: UFPE. 113 p. 389. 1977.
- Silva, A.K.P.; Fernandes, M.L.B.; Ferreira, G.F.A.; Nery, P.P.C.F.; Campos, J.D.S. 2009. Estudos do recrutamento de larvas e sucessão ecológica, como instrumento de biomonitoramento nas pilastras do porto interno do complexo industrial portuário de Suape, Pernambuco – Brasil. XII COLACMAR CUBA 2009. XII Congresso Latinoamericano de Ciecias do Mar. Havana, Cuba. Anais... Midia magnética 2010.
- Silva, S. H. G.; Nunes, A. J. B.; Alves, M. C. S. ; Lage, V. A. 1980. Contribuição ao estudo das comunidades incrustantes que ocorrem na Baía da Guanabara. Revista Brasileira de Biologia. Rio de Janeiro. v. 40. n. 2. p. 367-382. 1980.
- Straughand, D. 1967. Intertidal fouling in the Brasibane River. Proc. R. Soc. Queensland. v. 79. n. 4. p. 25-40. 1967.
- Sutherland, J. P. 1980. Dynamics of the epibentic community on roots of the mangrove *Rhizophora mangle* at Bahia the Buche, Venezuela. Mar. Biol. v. 58. p. 75-84. 1980.
- Sutherland, J. P.; Karlson, R. H. 1977. Development and stability of the fouling community at Beaufort, North Carolina. Ecol. Monogr. v. 41, p. 351-
- Wahl, M. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. Mar. Ecol. Prog. Ser. v. 58. p. 175-189. 1989.